MICHAEL LANGFORD

Advanced PHOTOGRAPHY

英国皇家艺术学院

高等摄影教程

M.兰福德 著

李之聪 陈晓钟 吴奇志 张化 杨逎卿 任瑛 译

魏学礼 校译

6TH EDITION
最新第6版

中国摄影出版社
CHINA PHOTOGRAPHIC PUBLISHING HOUSE

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

更多资料
登录 YE 的窝窝
www.faiye.net

责任编辑：陈　申
版式设计：陈凯辉

ISBN 7-80007-273-8

9 787800 072734 >

ISBN7-80007-273-8/J.273
定价：45.00元

英国皇家艺术学院

高等摄影教程

〔英〕迈克尔·兰福德
原 著

李之聪 陈晓钟 吴奇志
张 化 杨迺卿 任 瑛
合 译

魏 学 礼
校 译

中国摄影出版社

责任编辑：陈　中
版式设计：陈凯辉

图书在版编目(CIP)数据

高等摄影教程／(英)兰福德(Langford, M.)著；李之聪等译.
-北京：中国摄影出版社，1999.7
英国皇家摄影学院教材
ISBN 7-80007-272-X

Ⅰ.高…　Ⅱ.①兰…·②李…　Ⅲ.摄影技术-教材　Ⅳ.J40

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 12254 号

本书作者及版权所有人：
Advanced Photography 6ed by Michael Langford
Published by Butterworth-Heinemann, a division of Reed Educational
& Professional Publishing Ltd.
Advanced Photography 6ed by Michael Langford
Butterworth-Heinemann -March 1998
中华人民共和国国家版权局
著作权合同登记图备字 01-1999-007 号

英国皇家艺术学院
高等摄影教程
[英]迈克尔·兰福德　原著
李之聪　陈晓钟　吴奇志
张　化　杨迺卿　任　瑛　合译
*
中国摄影出版社出版
北京东城区红星胡同 61 号
邮编 100005
新华书店北京发行所发行
北京博诚印刷厂印刷
*
开本：787×1092　1/16　印张：19.5　插页：16　字数：480 千字
1999 年 8 月第 1 版　2001 年 3 月第 2 次印刷　印数：5001－7000 册
ISBN 7-80007-273-8/J·273　定价：45.00 元

版权所有＊翻印必究

译　　序

本书是根据《高等摄影教程》（Advanced Photography）1998年新修订的第6版译出的。它是《基础摄影教程》（Basic Photography，中国摄影出版社1998年中译本）的姊妹篇和提高篇。

在1989年纪念摄影术诞生150周年之际，本书曾被美国《大众摄影》杂志评选为世界十佳摄影图书，荣登排行榜第四位。

本书的各个章节始终把理论和实践结合在一起，"把技术问题作为实践目的的一种手段"，提高你的摄影技巧。因此，本书具有较强的知识性、实用性。如第1章中"如何理解照片的内容"一节，作者令人信服地阐述了摄影的主观性和客观性。这对你理解为什么评委们会对同一幅作品往往有不同见解有所裨益。又如，在第8章中，作者详细地介绍了从事各种题材摄影的目的、所需器材和技巧、拍摄方法和组织工作。这对专业摄影者和摄影爱好者都具有一定的参考价值。尤其值得一提的是，作者十分关注摄影技术方面出现的新事物和新发展。可以说，在摄影技术的方方面面，凡是能应用数字成像技术的地方，作者都由浅入深地加以介绍。如果你认真地阅读一下"数字影像照相机和后背"、"电子(CCD)传感器如何工作"、"运用数字手段调整影像质量"、"数字试验室——混合系统"、"计算机辅助图像制作——概述"、"多媒体"等章节，你会感到，作为一名摄影工作者或摄影爱好者，紧跟摄影技术发展趋势，随时补充新知识的重要性和紧迫性。而这些内容在一般的摄影书籍中是不多见的。

本书的各个章节既独立成章，又互相连接。这给读者在阅读上带来很大的方便。

《高等摄影教程》的作者迈克尔·约翰·兰福德是英国著名的摄影家和教育家。他的名字对国内读者来说可能并不陌生，早在20世纪80年代国内曾出版过他的《世界摄影史话》中译本，他已出版的摄影著作多达10余部，他是英国皇家摄影学会荣誉高级会员，现任英国皇家艺术学院摄影系主任，本书也是他多年从事摄影教学和实践的结晶。

本书适于专业摄影师、高等院校进修摄影、艺术和新闻的学生、摄影爱好者和愿意把摄影当作一种生活方式或乐趣的人们阅读。

参加本书翻译的有：李之聪(第2章、第3章)、陈晓钟(第9章、第10章)、吴奇志(序言、第7章、第8章)、杨迺卿(第4章、第11章、附录)、张化(第1章、第5章)、任瑛(第6章)；由魏学礼对全书进行了校译。译者水平有限，书中会有不妥之处，竭诚欢迎读者指正。

译　者

引　　言

本书是为那些已经了解摄影的基本器材和技术的学生编写的。其内容在深度和广度上都较基础知识更胜一筹，它将向热心于摄影的爱好者和摄影专业的学生阐述可用于指导实际操作的技术背景。与本书的姊妹篇《基础摄影教程》异曲同工的是，它把技术问题作为实践目的的一种手段，而不是孤立的加以研究。书中内容的深度是为满足读者了解一些厂家向有经验的使用者出售镜头、照明工具、胶片、冲洗设备等所提供的资料而编写的。本书的广度涉及业余和专业摄影的区别；各种摄影题材问题；照片印刷复制以及数字影像的发展和意义。

本书的大部分章节独立成篇，读者可选择性阅读，无需按顺序逐章浏览。每个章节旨在提高你在某个特殊方面的操作技巧。例如，关于影调控制这一章就汇集了从原被摄体的反差到胶片曝光、冲洗、印放，以至最终展示照片成品的方法等影响照片影调质量的所有因素。照明的控制这一章讨论的是色彩、反差、诸如闪光灯和白炽灯这类混合光源，红外光或紫外光照明的运用，以及摄影室照明器材的选购问题。至于冲洗这一章，则是从技术本身以及组织和管理观点加以探讨的。

本书用两个章节论述了摄影胶片。前一章深入剖析了当今发表的技术资料，以便有助于把一种材料与另一种材料加以比较并作出评估。另一章则从一个更宽的角度探讨了摄影材料是如何发挥作用的，而这一点与我们如何看事物有关。关于从彩色负片和幻灯片印制照片的方法，本书以读者仅会处理黑白照片为前提，从印放彩色照片的基本原理出发进行了详尽的论述。纵观本书的全部内容，可以看出，此书不是《基础摄影教程》一书的老调重弹，而是对它的补充。另外，在每个章节的最后都附有内容提要，它不仅便于读者

回顾该章的主题，而且起着快捷导读的功效。

自从本书的第 5 次修订版问世以来，计算机的普及率骤然提高，电子摄影取得了飞速发展。真正的“摄影”高分辨率图像传感器、图像处理软件和打印输出设备纷纷问世。这部分得益于军事卫星的研究(在太空里无法用液态药剂冲洗胶片)，部分得益于印刷术领域中照相制版技术的提高。

电子技术的发展促使某些预言者宣称，“卤化银摄影过时了”。虽然数字程序和设备非常重要，但在未来一个时期内，它仍然只是辅助性工具，将它同卤化银系统结合使用不失为明智之举。这样做可以从两者的最佳实用特征中获益。读者会发现，正是基于这种认识，本书(即《高等摄影教程》第 6 次修订版)在论述传统方法的同时，也将数字影像的内容贯穿始终。例如，在有关照相机、摄影材料的工作原理、照明、影调控制和彩色印相等章节中就注入了数字技术的内容。通常，大家对电子技术和卤化银技术的部分设备以及制作工艺并不陌生。即使不常见，也有必要对两种制作方法加以比较，并为新旧两种工艺的综合运用提出正当理由。例如，对原胶片进行数字影像处理就是一种无可争辩的做法。有关数字影像部分彼此之间，及其同卤化银的必然联系的概述可在本书后一部分找到。

今天，任何学习摄影的人——特别是早期受过摄影教育的成年学生——必须具备一定的数字影像知识。技术的相互融合在这里得到了印证。尤其值得专业摄影师们深思的是，是否开始潜心钻研新知，或者是否依赖提供便捷服务的商业机构。数字摄影既提供了充满挑战性的新商机，同时又带给人们各种焕然一新的影像以及更加迅速而整洁地制作摄影作品的方法。

迈克尔·兰福德

目　　录

序　言

1　业余摄影和专业摄影　1

不同的工作方式　1

如何理解照片的内容　4

专业摄影市场　6

摄影业内各类人员的职责　12

由业余摄影转变为专业摄影　14

内容提要　15

2　镜头的选择　17

镜头设计者面临的问题　17

镜头成像质量的检验　22

调制传递函数　24

镜头的购置　29

特种镜头　31

影响影像清晰度的因素　39

内容提要　40

3　照相设备　43

一般性问题　43

避免照相机故障　48

专用照相机　51

立体成像设备　54

专用附件　58

数字影像照相机和后背　61

内容提要　66

4 胶片的类型和技术数据 69
设计今天的胶片 69
选择胶片的一般要点 71
掌握技术说明的内容 75
胶片的调制传递函数曲线 78
特性曲线 78
光谱感光性 81
倒易律失效 82
产品编码 83
特性感光材料 85
内容提要 91
5 感光材料如何起作用 94
看到的和拍摄到的色彩 94
彩色胶片是如何工作的 100
一步成像材料 104
电子(CCD)传感器如何工作 107
内容提要 111
6 照明的控制 113
原则和目的 113
对反差的实际控制 116
色 温 117
对彩色的实际控制 122
照明指南 124
闪光和连续光的结合 127
看不见的(红外)闪光 130
荧光(紫外线)摄影 131
筹建摄影室 132
选择照明设备 139
安装照明设备 140
照明和安全 142
内容提要 143
7 影调控制 146
实际操作对影调的影响 146
影调控制理论 150
精确测量曝光 153
区域曝光系统 157
区域曝光系统的运用 162

区域曝光系统的局限性 164
胶片冲洗后的影调变化 166
用摄影蒙片控制影调 169
选择蒙片 172
放大期间的控制 174
运用数字影像手段调整影像质量 175
内容提要 176

8 各种摄影题材 179

体育和动体摄影 180
新闻摄影/纪实摄影 183
人像摄影 184
婚纱摄影 187
风光摄影 188
建筑摄影 190
摄影室场景的布置 192
摄影室中的静物摄影 194
博物学摄影 196
水下摄影 198
空中摄影 199
拍摄夜空 202
内容提要 203

9 冲 洗 206

冲洗工艺 207
应注意的要点 213
设 备 217
自动冲洗机 220
决 择 223
冲洗过程中的控制手段 225
银的回收 228
内容提要 230

10 彩色印放 233

设 备 233
放大用感光材料 237
正/正彩色放大 239
负/正彩色放大 242
其它注意事项 244
色彩/曝光分析手段 245

加色法放大 249
独特的放大设备 250
彩色试验室的其它步骤 252
数字实验室——混合系统 256
自己动手的价值 259
内容提要 260

11 摄影术的延伸 264

影像“手工”制作法 265
照片的印刷方法 270
四色复制(套印) 273
扫描仪 275
提供分色用的照片 276
计算机辅助图像制作——概述 279
输入部分 279
计算机工作站 280
图像输出 283
多媒体 286
内容提要 287

附录 290

A：光学计算 290
B：药液配方：健康与安全 292
C：电 池 295
D：业务实践概要 296
E：彩色转换滤光镜查找表 300

1

业余摄影和专业摄影

这一章，我们将摄影作为一项职业来进行论述，不管你是业余爱好者，还是专业摄影师，也许仅仅拍摄一些纯属实用性的插图或者一些富有创造性的艺术作品。本章将从广义上探索如果想要在不同的摄影领域里取得成功，你需要具备哪些素质(基本功)?同时，将讨论各种专业摄影的市场，不论你是一个雇员也好，是一位自由摄影投稿人也好，或者你是一个手下有自己的雇员的老板。本章所概述的大多数摄影门类还将在第八章进行更系统地、技术上更详细地讨论。

不同的工作方式

业余爱好者

人们经常把他们自己说成“只”或“仅仅”是业余爱好者，似乎以此作为这种情况的辩解。业余这个词毕竟暗示二流水平，然而，业余仅意味你靠做其它事情挣钱为生。不要以为业余摄影就必然永远不如专业摄影。每种都需要几种不相同的态度，但不必是“较好的”或“较差的”。

作为一个业余爱好者，你也许羡慕专业摄影者，希望你能够将职业和娱乐结合在一起，变成一种全日制的嗜好，使用专业设备和器材。然而，专业人员知道，业余爱好者的潜在优势主要是你具有喜欢拍摄什么和什么时候去拍摄的自由。你可以发展你自己的思想——在拍摄方法、题材和技巧方面进行实验——无需过多的担心其

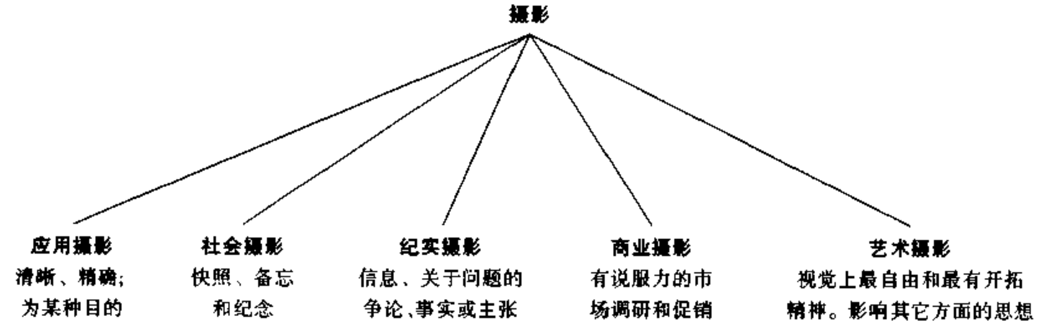


图1.1 摄影的主要方面。很可能有许多其它门类，有时工作范围跨越或超出一个方面。

中一项花费多长时间，你可以无拘无束。(整个摄影历史中，许多业余爱好者一直都是光学革新者，诸如J·M·卡梅伦、保尔·斯特兰德、拉尔夫·尤金·米特亚德和J·H·拉蒂格)。

作为一名业余爱好者，你可以为影展或你所选择的摄影比赛成为你自己或家庭进行拍摄工作。你还可以享受摄影器材和技巧的乐趣，将其视为日常工作中的别开生面的变化。另一方面，你没有最后期限的压力，用不着忙忙碌碌地去应付各种任务与商业竞争的挑战。变得自负和沾沾自喜或将过低的目标当作了不起的挑战并不难。不管怎么说，世界不受当地摄影俱乐部的摄影评委观点的约束。如果你想要认真地对待你对摄影的嗜好，你就应该寻找时间通过观察已发表的照片或去美术馆参观，使你了解摄影潮流。这样，你就能够扩大你的知识，了解不同的人们怎样用摄影去表达思想和交流信息。

专业摄影师

一个专业摄影师必须可靠，他(她)还需要会理财和具有组织才能，就像具备丰富的光学和技术知识一样，这样才能立足于专业摄影工作。通常，人们将把你作为一个能创作出某种结果的专业人员予以信赖。失败不仅仅意味着你收不到费用——大多数工作都是受人委托进行的，这样，你就会使委托人失望、沮丧。客户投入到模特儿、道具、特殊的场地等方面的资金付之东流，出版的最后日期可能错过，也许一件不能再次发生的大事没有照片作事实根据。

因此，你必须保证——在人力所能及的范围内——从抵达现场拍摄到拿出加工好的照片每个工作环节都不允许失败。你必须是一个有效的组织者，能够处理好有关人员、地点和交通等问题，能够正确地选择日期和时间，当然，你本人要遵守时间。你必须能够预见可能遇到的窝工现象，并设法避免。如果一项工作被迫放弃或必须重拍，你不能一筹莫展，而应该知道如何行事。然而，这种事造成的压力既是一种负担又是一种激励，当然，这种压力使得创作出

的成功作品显得更有意义。

专业摄影所从事的工作还意味着你必须以最快的速度、最经济的成本完成任务。你必须考虑诸如租金、纳税、设备折旧以及摄影材料和燃料等直接开支的费用。如果你想慢慢吞吞地干一件工作，仿佛它是一件消遣的职业，这几乎是不可能的。你还需要知道如何收费——对客户委托的工作如何准确地估价以及怎样根据客户的意愿(他们以后还会再来吗?)权衡合理的利润，记住该工作的竞争力与目前流行的价格。

设备充其量不过是一套工具，而你从中要为你头脑中的照片选择正确的“扳手”。每一件器材必须产生最高的质量结果，而且必须坚固耐用和可靠——重要的器材也许需要相同的备份件。由于器材原因而使某项重要的拍摄任务没能完成所造成的损失将远远大于该摄影器材本身的价值，因此，使用二流器材从事拍摄工作其实并不经济。你也必须知道何时投资新技术，例如数字相机，以及最好购买什么器材。

专业摄影工作的一项挑战是在乏味的商业基本信息的有限范围内创作出有趣的和富有想像力的照片，例如，你如何利用一套普通的塑料碗拍摄出一幅具有很强感染力的照片来填补版面布局难看的空间呢?当然，你将来也许能够拒绝这种缺乏新意的工作，但是刚开始时，你需要你能找到的每一项委托业务。同样，你必须学会如何推销自己和加强与客户的联系，这些客户要能够向你提供展示你的观察力的合适机会和自由，当然还有收人。另一种相对宽松的工作方式是当自由投稿人，为照片资料馆提供照片。

摄影仍然是你可以作为个人事业或部门工作进行创业并作出成绩的少数职业之一。它适合于言行有显著独立倾向的人——这就是绝大多数专业摄影师是非雇于人而是自雇的一个原因。摄影师对工作有很大的个人满足，而工作要求每天运用光学知识和技巧。

独立摄影师

摄影并不只是简单地分为业余类和专业类。它毕竟是一种媒体——传播、表达、信息、甚至宣传——而且就其本身来说，可以通过数百种不同方法进行。你可以纯粹拍摄照片取悦自己并发展你的风格，例如为个人影展、书籍和主办的项目、获奖及奖学金而拍照。你的作品如果相当好，通过摄影你可以在国内或国际上建立声誉，扩大知名度。你可以通过美术馆或代理商将摄影作品作为艺术品出售。

首先，至少大多数这些所谓“独立”摄影师通过其它职业为生，如教书、写作或从事其它与摄影有关的全日的或部分时间的工

作。独立摄影依靠美术馆、出版社及与我们的媒体有关系的艺术行业和政府主办者日益增长的数量来发展。为此，摄影一直遵循绘画、诗词和音乐等长期以来建立的模式。如果你充满积极性，那么，摆脱商业压力为你自己工作能够拍摄出激动人心的先锋派作品。一些独立的摄影师为政治信仰或其它意识形态工作。这里的销路包括商业压力集团、工会、慈善事业、艺术中心、地方社团、专业出版社和档案馆。对如此多的选择公开进行探索，正是摄影的一种伟大力量之所在。

如何理解照片的内容

如果你真打算作为任何种类的摄影师进行发展，除技术知识外，你需要有一种强烈的视觉感(一些事你可以作为个人谋求发展)。这应该超出构图和画面结构，包括对人们为什么会用不同方式观看照片并作出反应有某些了解，而后者更需要用毕生的精力和时间进行学习，因为情况在不断地发生变化、产生影响。来自照片理解意义的某些方面是非常不明显的，其它的就更难以捉摸。然而，认识人们会如何对照片作出反应有助于你预测你的作品的影响——然后进行计划并记住以此进行拍摄。

观看的实际具体动作首先涉及在你眼睛的晶状体在视网膜上形

图 1.2 这幅照片是伯特·哈迪于 1949 年为《图片邮报》周刊拍摄的。见正文。

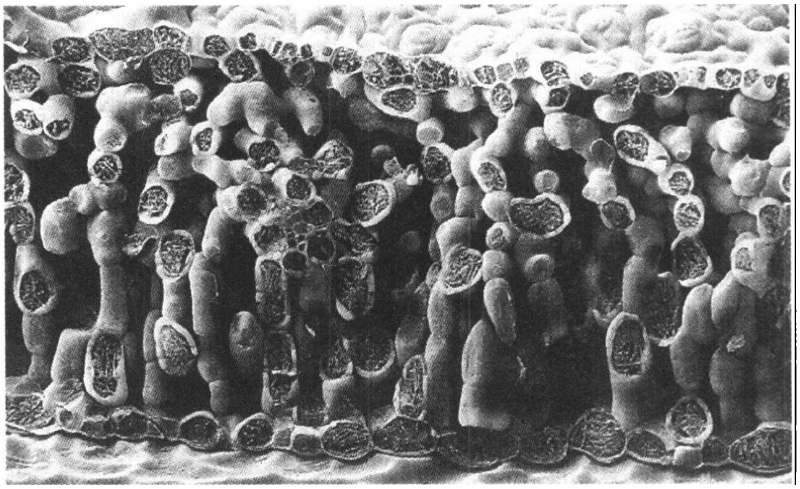


图 1.3 一片破损的芜菁叶的电子显微照片，表现细胞结构。这幅复制片放大 170 倍。(杰里米·伯吉斯博士/科学照片图书馆)

成的原始影像。其次，它涉及你的大脑对此影像的感知和理解。你可能跟你身边的人一样准确地看到同一场景，但对你所看见的场景作出的理解则会有很大不同。同样，两个人可能看到同一张照片，但对内容的理解则会大相径庭。

以图 1.2 为例，某些人可能首先将这幅照片看作一份政治文件，某种特定政权下的真实资料。而另外一些人则认为它是一幅纪实性照片，反映了妇女的从属地位。一些人会觉得它侮辱了少数民族，而另一些人又将它看作一幅母子关系融洽的照片。其他人甚至只认为是一幅为构图而拍摄的照片——它含有的视觉结构。此外，这同一幅照片还可能被理解为包含有关某个特定时期服饰的历史信息，它也许甚至被看成显示某种具体的照相机、胶片或用光技巧的效果。

我们谁都不能客观地解释照片的含义——任何人都受他们各自背景的影响。迄今为止，生活经历(和对照片的感受)可能使你将每一幅照片都当作一件艺术品处理……或某种形式的政治声明……或测量和研究的实际记录等。这种视野狭隘或仅仅缺乏经验搅乱了摄影师与观众之间的视觉交流。同样，让你想像一种你从未实实在在看见过的颜色或说出你从未听说过的词汇是很困难的。

以图 1.3 为例，这是一片叶子局部高倍放大照片，某个不习惯于看电子显微照片的人可能将它看作一幅抽象的图案。科学家可能认识并看“透”这幅照片，仿佛是通过显微镜按目镜观看，特别注重被摄体的实际细部。雕刻家、建筑师或工业设计师可能将它作为一种特殊的三维形式存档留作参考。问题的关键是我们中的任何人谁也不会完全在真空中工作。除非你是在孜孜不倦地为自娱而工作，你必须考虑你的摄影面对谁以及照片怎么样可能被接受。这将

有助于你在接近被摄体并加以表现时目标更清楚。

有时，你的视觉交流必须是简单、直接和清楚的——像在大多数产品广告中一样。这可能是针对经过认同的已知接受群体，因为他们是一种特殊报刊的读者、路过广告牌的司机或在工艺品商店柜台采购的人。当其它照片在暗示而不是在说明某件事情时，它们也许更为成功和比较震撼人心——例如，参见彩图4.8。你的照片影像越含蓄和费解，它越可能以不同的方式被人们理解——或许这是你的意图。

还有许多取决于你的照片具体加以表现的方法——它们与任何邻近的照片的关系怎样，它们是否出现在你所翻阅的书页上或孤立地装在挂在墙上的镜框里。一些摄影师在提供他们的作品时，他们加上一些简短醒目的话、引语或恰如其分的或描绘性的说明，通过提出问题，甚至有意识地将照片的含意混淆增加额外的“优势”。他们经常把文字说明与照片影像看得同等重要。这是一种在过去很起作用的作法(以杜安·迈克尔、吉母·戈德堡和巴巴拉·克罗格照片为例)。而一些能力较差的摄影师添加的文学修辞可能是一种小花招或虚弱的表示，弥补不能通过照片表达你们自己思想的能力。那些东西可能极容易让人感到做作(词藻华丽的标题)或故弄玄虚(观众自己完全能体会强调某事所进行的语言艺术方面的修辞)。在广告界，撰写广告词是一个需要熟练技巧的专业，这是有口皆碑的事实，因为他们需要做大量的市场调研。照片与文字统筹兼顾，可为总体的中心思想或主题增加很大作用。

专业摄影市场

曾经有一个时期，二流的“专业”摄影师仅靠运用器材的秘诀就能获得好的生计。他们知道用什么样的曝光及怎样使相机运作，他们比业余摄影爱好者能更有效地运用现有的镜头。设备的改进及程序的简化目前已使有才能的业余爱好者达到或超过这个水平。而一流的专业人员——靠天赋、想像和职业敏感——达到比以往更高的高度。当然，你仍然可能遇到普普通通的专业摄影。有些是由临时工、追随潮流从事摄影的人泡制的，他们很快又消声匿迹了。一些专业人员只顾生意，但坚持最低的价格，这妨碍了正常发展。

专业摄影，个人或小单位的一种松散的集合，主要靠图片市场来安排。这些主要的市场包括商业的和工业的、人像和婚礼、出版和文献、广告和刊物插图及科技应用摄影。这只是大概的分类——它们经常是相互融合、相互交叉的。例如，一个有“一般经验”的摄影师可能着手处理它们之中的几项以满足他(她)的地方社团的需

要。再有，你可能是一个为照片档案馆提供非常广泛需求服务的摄影师，以影像光盘形式发行数千幅图像给出版社或图表设计单位。那末，还有在相当狭窄的领域——例如建筑学或博物学方面——工作的专家，他们从事国际性的业务活动并在世界范围内争夺市场。

商业与工业摄影

这包括商业和工业的一般摄影需求，常常是你贴近领域内的业务，但有时涉及的范围又相当广泛，类似在一个相当分散的企业集团内为一些公司提供服务的时候。客户范围从推销员、房地产开发商、地方轻工业和市镇委员会到在国际市场从事业务活动的大厂商或建筑集团。

你的摄影可能被用于扩大公司良好的公关形象。它将用来记录工艺、产品和新的住宅开发。一些通过“新闻发布会”发布的照片将刊登在杂志(经常是专业出版物)版面上。另外一些照片用于目录、小册子和公司的内部报告上。照片可能是人员培训计划必不可少的组成部分，或用来作为法律证据或档案记录。工作的发展将不限于提供照片和透明片，很可能包括录像以及以某种多媒体形式表现的相关业务。

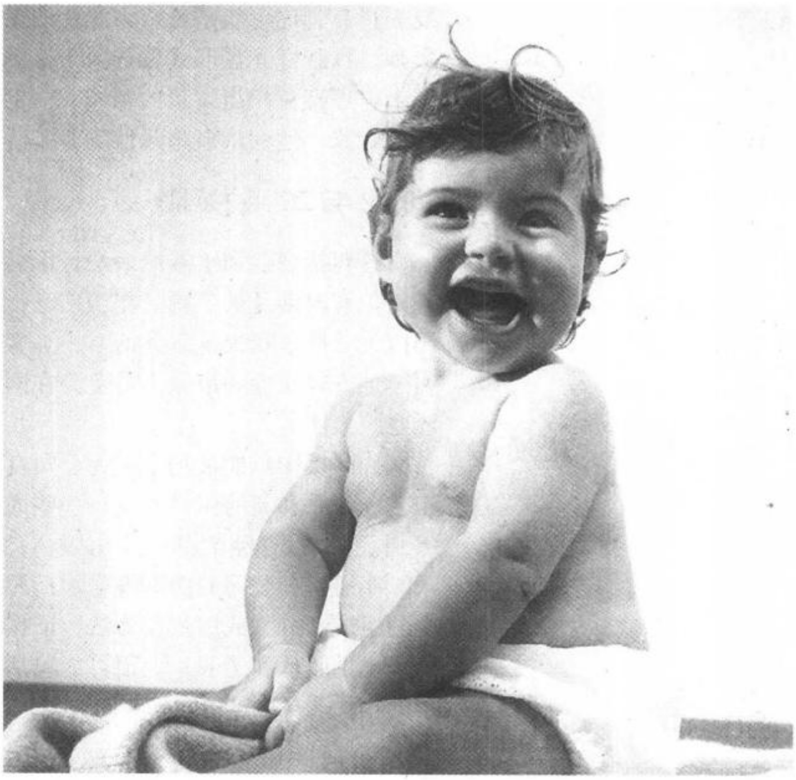
处理许多公共关系任务的大型商业、工业摄影室可能提供一种总体的传播“一揽子计划”。这要求把摄影师、图表设计师、广告和市场开发人员及作家结合在一起协作。其结果是，整个宣传活动，也许从召集会议(向客户的销售人员宣布一项新产品)，通过发布新闻信息、宣传小册子用的普通和专业广告以及客户的消费者使用的操作说明书等，都能够在“机构内部”以协调一致的方式进行处理。电子图像的开发促使更大量的小册子和目录摄影能够在图表设计室内完成。这里可以方便地直接通过桌面出版系统馈送版面编排设计方案。(参见第 11 章)。

一些工业机构雇用一个或几个摄影工作人员经营他们自己的摄影部门。这样的部门可能是多功能的，也可能是较大的公共关系部门的组成部分。这对管理层的好处是他们随时都有摄影师可利用，这些摄影师对公司的人员熟悉，并了解公司的地理布局和总的宣传政策。

人像与婚礼摄影

这种专业直接面向公众。有些是在商业区主要街道的摄影室经营的，但是由于目前这种工作有很多是在外景地拍摄的(例如“在家中”拍人像)，因此，特殊的经营场所并不是很重要。有些业务是在商场内部经营的，或与礼服、租车结合起来并提供与婚礼有关

图 1.4 这幅人像是在这孩子家中拍摄的。拍摄时使用一对闪光灯以及便于在地面高度拍摄的俯视取景器照相机。



的服务。在所有的这些例子中，重要的是要有某种形式的展示场地，你的佳作可以在那里获得收入阶层人们的青睐与羡慕，而那些人正是你目标中想要吸引的人。

为了在这类摄影方面取得成功，你需要对人物极为感兴趣，并能美化他们的面貌而不是如实地拍摄他们确实存在的缺陷，毕竟付钱的是顾客或与他们关系密切的朋友——与杂志或代理商社委托的文献或广告摄影不同。你对安排在照相机前的人要富有同情心，但还要给予严格的指导。这有助于接待性格外向者和个性活泼的人，并使他们不拘束(尤其是在不熟悉的摄影室之类环境中)，这样可避免拍摄忸怩的或看上去死板的人像。

这类拍摄工作一般包括公务人员的标准像、合家欢照片、婚礼照片和动物照片等，有时也拍摄社会上的重大事件和戏剧演出的剧照。(参见第7章)。

新闻摄影与文献摄影

同样，新闻摄影不同于文献摄影，个别的报纸图片不同于杂志专题照片，但两者都是为出版而拍摄的，因此，必须符合严格的截稿日期。然而，作为一个新闻摄影师，你通常必须在最终的照片上

表现一件重大事件或时局形势。你必须知道如何迅速地奔赴新闻现场，抓住事件本质，同时又不受他人(尤其是竞争者)干扰，而且不论在什么条件下，总是带回技术上可以接受的画面。

大多数新闻摄影师都为当地的报纸工作，但那里的“硬”新闻相对很少，你要通过年历日程表拍摄一些握手会见、送往迎来的当地新闻，再加上能引起普遍兴趣的特稿，这些你都可以拍摄。其他新闻摄影师作为国家的或国际性报纸的职员进行工作，这些报纸对报道公开的重大事件充满激烈的竞争。(以图 1.5 为例)。

然而，大多数“热点”新闻现在都被电视报道了，这是由于电视以无法超越的转播速度决定的。数字手持相机一类的新技术及移动电话将照片传回总部的能力都是有帮助的，但报纸仍然甘败下风，这是因为报纸需要时间印刷并将它们分送到他们的读者手中。

较多的摄影师都受雇于新闻机构成为他们的自由摄影投稿人。这些机构常常按体育、旅游、人物等分类，或处理一般兴趣的新闻。该机构的工作是将照片和文稿有倾向地加以编辑，以适合不同出版物所需的非常广泛的兴趣，并将这些稿件卖给国内外的出版物。对于没有时效的照片，这种活动要和照片档案馆的工作相结合，能够在几年期间获得收益。

图 1.5　在新闻发布会上拍摄照片意味着与摄影同行及电视的激烈竞争。这种场面很难拍出与众不同、引人注目的照片。表现类似这样的整个场面是一种方法。(约翰·唐宁/每日快报)

文献摄影适于这样的工作，它容许你能获得完整、深刻的特稿照片——可以使你有比新闻摄影更长期的时间拍摄，为一个出版物填补几页照片。以前，这一直被称为摄影图片报道，因为它用于新闻杂志上，但目前已经下降。其它销路仍在继续，但包括来自石油、金融、造船等主要公司的期刊及有影响的出版物。

作为一名文献摄影师，你应该能够提供一份有关报道故事或主题的经过周密计划的报告。例如，大胆的有因果关系的照片、连续报道照片、比较照片及感染力强的单幅照片都有助于好的美术编辑安排丰富多彩和有感染力的版面(另一方面，拙劣的美编为了迎合版面对你的照片乱加裁剪和删减，从而损坏了你的一组照片)。进入这种摄影领域的一个方法是按照你自己的创造力发现并完成一件真正有力的计划，将它交给适合的出版物的编辑，征求他们的意见并进行修改。

编辑插图和广告摄影

编辑插图摄影就是为与各种食品、园艺、化妆和时装等主题有关的杂志专稿配插图。因此，它包括在摄影室处理的静物作品。在表达你自己的观点方面，其余地要比文献摄影提供的范围小，但是在风格上又比大多数广告摄影作品拥有更多的自由。有声望的杂志和书籍中的插图摄影照片对你是一个很好的“橱窗”，并能为你提供一份稳定的收入，虽然通常支付的稿费不很高。

广告摄影比外行人所预料的要严谨得多。但在市场高档的一端，它提供的价格相当高(因此，也就颇具竞争力)。这项工作往往靠一个小组的努力，由一家广告代理机构为客户经营。你必须作出某种形式的版面设计草图，明确说明最终照片的高和宽的比例及重叠图案的安排。理想的是你将和创作指导、美术设计师以及客户一起参加讨论最初的设计，发表自己的意见和想法。有的时候，版面编排将是不严谨的和松散的——或许是一幅有意境的照片——或它可能是某种产品紧凑的“包装照片”，详细到个别高光部位如何安排。而在这个市场缺乏生气的低档一端，广告摄影结合到商业摄影中，收入倒也相当。

你是否被选为参加某种广告宣传活动的摄影师取决于几个因素。例如，你的方法是否与所需要的情调——浪漫的、装腔作势的、直接的、幽默的——谐调一致?取决于主题的同时，你是否具有拍摄时装的天赋?对复杂的静物摄影照片是否着迷?是否有组织才能或从现实生活中抓拍照片的技巧?你以前是否拍摄过具有这种“感受”或“模样”的照片(发表过的或收入代表作品集中的范例)，即使是为了某种完全不同的用途?你是否具有可能被招雇的任

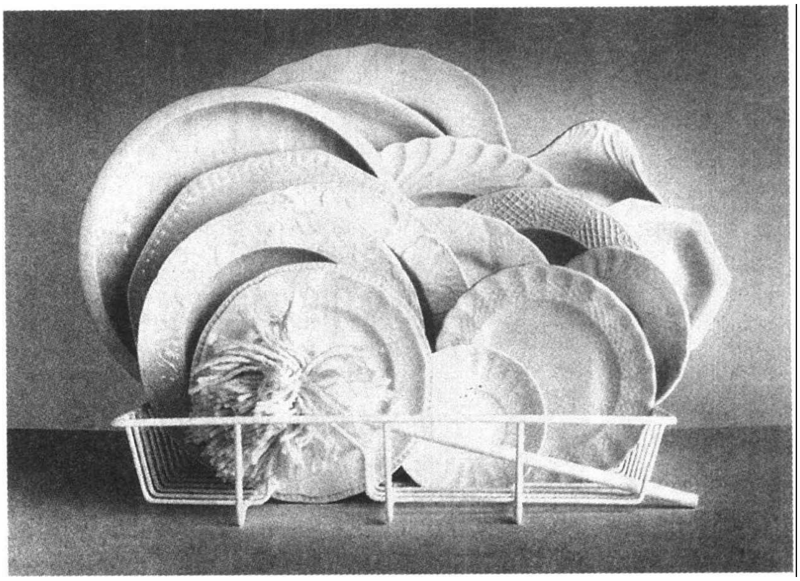


图 1.6 像这样的静物摄影插图照片表面上看来很简单。但是为了表现出在装璜、形状和大小方面的不同要求，需要一定的技巧和耐心，而且还要取得强烈的整体效果。(安妮·莫里斯摄)

何特殊技术，你是否非常细心和可靠——具备视觉观察力?你是否能与小组里的人建设性地在一起共事，在个性上没有冲突?最后，你的要价是否合适?

当然，上述这些问题中的大多数都适于用来挑选专业摄影师去从事任何拍摄任务。然而，在高级的广告摄影工作中，对模特、外景地、造型师和设计师的财务投资(以及最终购买的放置广告的空间费用)相当高，选错了摄影师无异于一场灾祸。

科技摄影

这是一个完全不同的领域，科技摄影中一丝不苟的技巧和准确性是至关重要的。任何表现主义或你自己独创的个人风格将会妨碍清楚地传递信息。这些照片必须是真实的、有分析的文件，或法医或医疗证据、军事或工业研究与开发需要的。你将可能是政府、大学或工业研究机构雇用的一名正式摄影师。所需的摄影技术包括微距摄影和显微摄影，高速摄影及其它形式的光电检测，包括视频。在外景地和实验室内还有许许多多普通的直接摄影。

预计你需要掌握更多的知识，而不仅仅限于摄影技术。作为一名医疗摄影师，你需要有解剖学的操作知识以及对医学术语的理解，还要关心患者并对药学有一般兴趣。作为一名科学摄影师，你应该有丰富的科学背景，以便去了解先进的设备，并能清楚地领会科学家们在他们的报告和科学论文中想要表明的要点。作为一名警察摄影师，你应该知道法律允许什么和不允许什么，以及如何向法庭有效地出示证据。除此之外，你必须能够评估可能适应于你的领

域的所有新的摄影材料及工艺的潜力。你还应该具备临时处理突发事件的应变能力。

作一名优秀的“应用”摄影师，你因而需要具备一丝不苟和孜孜不倦的工作方法，以解决技术方面的挑战。你将可能获得按国家规定的工资等级支付的工资，薪金不是特别高。然而，就工作稳定而论，这要好于许多其他专业摄影分支机构提供的工作。

摄影业内各类人员的职责

你可能是一个人单干的自由摄影投稿人或是独立的摄影室或机构内摄影部门一个小组的成员之一。每一项专业摄影职业必须与许多技术人员相结合，而每一项技术你可能需要一名单独的雇员，或是在职的或是“买来的”（例如，使用外部客户的实验室）。对于单干的自由投稿摄影师来说。下述职责中的几条或全部必须由一个人承担。

经营者／组织者

经营的目的是保证摄影有效地进行，并有良好的经济效益。你必须雇用必要的职员和开展对外承揽业务，检查质量控制和可靠性是否继续保持，随时掌握财务情况。与其他任何管理者一样，你要

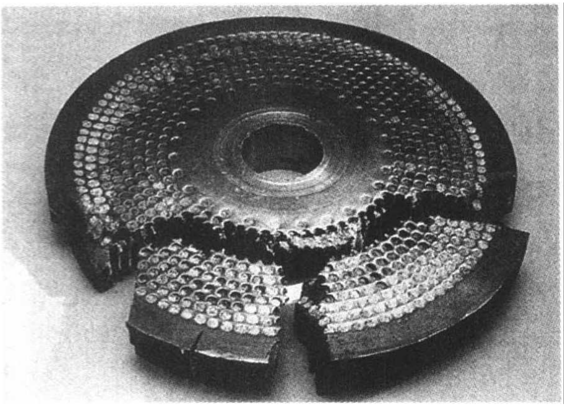


图 1.7　这是一幅断裂的金属模具的技术记录照片，用来作为一份设备故障报告的插图。

图 1.8　准备铸造引擎砂芯的资料照片。这幅照片是为教学和培训用拍摄的。

关心安全、经营场地、保险(包括模特离职)以及购买最昂贵的器材。你必须知道何时购买、何时租用器材。每项工作都应准确地进行成本核算及合理地收费，要有竞争意识，在不降低质量标准的情况下，尽量经济地进行拍摄工作。作为经营者，你必须懂得重要的登录账目及版权，并能够与会计、银行经理、税务检查员和律师取得联系。你如果雇用职员，你必须关注他们的健康、安全，并能够指导他们、激发他们的积极性，在所进行的摄影业务中增强协作精神和自豪感。

摄影师

理想的是，一位摄影师应该能自由地拍摄照片。事实上，除技术上值得信任、视觉上富有想像力外，你必须是一个优秀的组织者，并能直接与客户建立联系。与向你支付费用的任何人打交道，如果你们是面对面的交往，一定要非常友好、融洽。但不幸的是，客户都有他们各自的怪癖，如果他们难于相处将会明显导致不幸时(摄影师最终不可避免地要受到责难)，处事要机敏、圆通并要有说服力。

在作预先简单交流时，你应该弄清客户想什么，或至少了解对方要拍这幅照片的目的及该照片将如何使用和用在何处。如果这种简单交流没有具体结果，你可以提出你的意见和看法，看看这些意见怎样合作才能被接受。如果仍有疑虑，不妨按你说的办法干，按你愿意看到的方法拍摄，但是要多拍几张客户可能期望的画面(例如更普通、更常见的)，这样可以弥补不足，留有余地，起到保护自己的作用。你常常可以用“教育”客户的办法，说服他们运用更加独特的摄影。不过，千万别拿客户当作实验品，这样他们会以不能使用而拒收照片。作为一个摄影师，凡是有可能的时候，你都应该把你的每一项工作进行到底——你本人如果不进行扩印或放大，那至少你要监督这道工序工作的进行。最后，与当初向你提出要求的人直接讨论结果。

技术人员

技术人员为摄影师提供后援和支持——冲洗、印放、特技加工和制作——将照相机的工作变成最终的照片。技术人员是全日雇用的，或工作需要时招聘，有些作为自由职业者或者多半受聘于专业客户试验室，技术人员都有专业知识和技术，这些知识和技术又在他们特殊的工作环境中经过长期的实践得到提高。同样，他们也能够提供像数字控制这样的新技术，制作出摄影师需要的影像，比他(她)单独干要迅速得多。技术人员在拍摄之前向摄影师提供有价值

的忠告……有的时候，由于技术人员的愚昧无知或粗心大意而出现严重错误，事后他们会撒手不管。

摄影技术人员的工作有时是富有创造性的，但更经常的是比较一般的。你必须迅速地进行工作，并达到最高的专业标准。至于报酬，一流的摄影技师比普通的摄影师收入更稳定，且常常获得较好的报酬。然而，许许多多的人却想成为摄影师，轻视这种令人满意的工作。

辅助人员的职业

支援人员包括摄影师的代理人——某个为你获得委托任务的人，他把你的作品或成果带给潜在的客户并向他们展示。代理人寻找工作、把你向客户介绍并参与劳务费的谈判。作为报答，他要从该项费用中提取一定佣金。造型师可以受雇去寻找拍摄外景地、为摄影室装备家具、布置异乎寻常的道具。模特代理机构提供有漂亮的、丑的、有特性的男女老少模特。专业摄影人员和戏剧表演人员租用受过训练的动物、服装或古董车——从猎狗、填充玩具到军用坦克等各种东西。

由业余摄影转变为专业摄影

从业余爱好摄影变为专业摄影不存在严格的正式渠道，你无需注册登记或批准，大多数工作也不属于某个工会。大多数青年摄影师通过艺术院校或技术院校完成他们的摄影课程。有些人通过设计、美术或以某种形式的科技道路进入摄影领域。另一些人以初级职员身份直接进入专业摄影，循序渐进、逐步发展，也许需要业余学习或培训。

大专院校的摄影教学大纲从基本的获取技术结业证书课程到毕业文凭课程以及学士(BA)和硕士(MA)学位。结业证书课程往往培训你掌握技术程序和工艺，这可以使你作为一名雇员且立即有用场。毕业文凭教程也是特殊行业的基础，但又是更为广泛的专业。大多数学位教程的目标是有助于将你培养为人材——它们是纯理论的、学术性的，与人文学科一样，激发你的独到见解和新颖的方法，这将为你明天的摄影铺平道路。然而，结业证书、毕业文凭和学位证书本身只是一张纸。除非你申请与你的文凭资格正式相关的政府类摄影工作的工资等级。说明你的能力的最好证明是拿出杰出作品的代表作。像英国皇家摄影学会和其他各种摄影家协会等组织，向个人提供会员资格，申请入会者所提供的照片必须达到适当的优秀标准。要设法确保你的商业代表作品不仅只包含照片，而且

还包含剪报，它表明你的照片如何被报刊采用。杂志、小册子等的版面等都有助于增加你在潜在的客户眼中的信誉。

内容提要

●业余摄影可以使你比专业摄影有更大的自由，喜欢拍摄什么和什么时候去拍摄，你可以发展自己的拍摄技巧，题材。但是，作为一名专业摄影师，要认识到三个商业因素——可靠性、快速经济的工作方法和良好的组织才能——与你的摄影技术一样重要。经过相当有约束性的简单介绍后，你常常需要创作出令人感兴趣的富有想像力的照片。

●跟其它创作艺术的传统一样，一些优秀的先锋派摄影师作为“独立的摄影师”从事经营活动。他们通过影展、书籍、直接销售照片等活动树立国际声誉，然而，他们以此为生的收入非薄，至少还要干其它的工作才能谋生。

●为了在一定的摄影水平上再前进一步，你需要学会人们怎样理解你的照片——单幅照片或组照——的含意。懂得你的照片怎么样才可能被人们接受，将有助于你决定用最好的方法对待你的被摄对象。

●专业摄影几乎都是按市场划分的——商业的、工业的、人像和婚礼、新闻和文献、广告和书刊插图及科技等。

●商业/工业摄影包括公司和机构的促销宣传和记录摄影。你的摄影可能是整个传播“一揽子计划”的一部分，包括宣传小册子的设计。人像、婚礼摄影的目标是直接面向公众。你需要善于通过你的摄影和一般举止来美化人们的形象。

●时效性极强，充满激烈竞争的新闻摄影，意味着集中表现有新闻价值的重大事件或时局形势。一些出版物仍然接受形象化的作品，为某一专题提供深入报道的文献性版面。因此，你可以考虑连续报道——向美术编辑提供全面报道，包括强有力的潜在的有始有终的照片。现在，大多数“热点”新闻都被转播速度快，观众范围广的电视报道了，所以，你必须借助新技术如数字相机、电脑或移动电话来提高竞争手段，赢得读者。

●插图/广告摄影意味着与设计师密切合作。编录工作尤其证明把数码影室摄影直接用于数字跟踪程序是有道理的。广告摄影要严肃认真地计划——你通常要在包括创作指导、美术设计师和广告文字撰写人等一个小组内完成设计。

●科技摄影的实用需要真实的和分析性的纪录。你可能是一位被聘用的机构摄影中，或为工业、大学研究项目工作，或在某法医

或医疗中心工作。

●在任何摄影业务或部门中都有几项关键职责。经理管理质量控制、财务、安全、器材。一个或多个摄影师负责拍摄，要与客户建立联系，有效率地创造性地和勤俭地进行工作。技术人员将摄影师的工作进行到底，为再次印放定单服务。辅助性的职责包括代理商、造型师、模特代理机构、道具供应公司等。

●大多数人进入专业摄影都是通过学习适当的全日制的学院课程，或他们开始在一家照相馆工作并进行业余学习达到的。然而，“要出人头地”更多的取决于你的实际成就，而不仅仅是你的文凭资格。

2

镜头的选择

完美的影像质量在很大程度上依赖于具有一只优质的镜头。但是，即使具备了优质镜头，通常也只适用于有限的拍摄环境范围。在某些环境中成像极好的光学系统，在其它环境中很可能会产生相当差的结果。本章将阐明镜头设计者与制造者所面对的一些问题，并讲述在选择镜头时如何综合考虑当今技术所能制造出的高级产品与摄影者实际需要及购买能力之间的关系。这部分内容会有助于读者了解厂家技术说明书中的镜头特性数据，并能够为购买新镜头或"二手镜头"提供参考依据。本章中还讨论了特殊类型镜头的实际应用及其在不同类型摄影中的适用性。

镜头设计者面临的问题

人们或许会认为，现代镜头并没有什么太复杂或太神秘的，它不过就是用以成像的一些玻璃透镜的组合，可能价格较高以及比较娇气、容易损坏等等。但是，实际上并没有这么简单。任何优质镜头都必须巧妙地真正解决有关光线控制的一系列问题。设计镜头指的就是处理影像的质量、涵盖的画面区域、大范围拍摄距离内的一致性、可接受的大孔径以及最终得到体积较小、重量较轻、成本较低的产品。

材料	折射率
真空	1.000
水	1.333
氟化镁	1.378
熔凝氧化硅	1.458
硬冕牌光学玻璃	1.519
普通窗用玻璃	1.528
富铅酒具玻璃	1.538
厚燧石光学玻璃	1.927
钻石	2.419

* 以 590nm 为基准的测量结果。

图 2.1　一些物质的折射率数值

玻璃

镜头设计者所用的原材料是光学玻璃，这是一种包含钡、镧、钽氧化物的混合物，其初始态为熔融态。根据它的具体化学成分，

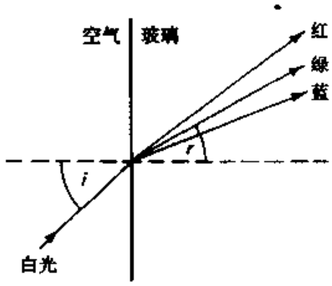


图 2.2 折射与色散。这种玻璃的平均折射率为 Sini/Sinr。色散(图中夸大了这种现象)表现为红、蓝色光具有不同的折射率，玻璃的色散能力对应于阿贝值：色散越严重，这一数值越低。

每种类型的玻璃都具有特定的折射率和色散率(阿贝值[1])。

折射率(RI)是指玻璃折射光线的能力，通常按光谱中段附近的光线波长(一般为 590nm 的黄绿光，见图 2.1)进行测定。折射率越高，斜射进入玻璃的光线沿入射方向偏折得越严重。玻璃的“色散率”是指红、蓝色光折射率之间的差异(见图 2.2)。这种差异越大，白光分离成为的彩色光谱带就会越宽，就像棱镜或小雨滴将日光色散为彩虹。由于被摄物体往往都是五颜六色的，并且由混合波长的白光照明，所以色散特性是摄影镜头玻璃的一项重要指标。

平均折射率和色散率完全没有关系，既可能有两种玻璃折射率相同但色散率不同，也可能有两种玻璃折射率不同但色散率相同。图 2.3 可以说明这种关系，图中给出了供设计者选择的 150 多种不同光学玻璃的折射与色散特性。用于制造镜头的玻璃必须具备良好的物理性能，在加工和抛光成设计者选定形状的过程中不能发生破裂；它还必须是完全无色的，不能像普通的窗用玻璃，观看其横断面时，会显现出绿颜色。其它要求还包括玻璃中不能有缺陷(比如气泡)，应具有一定的稳定性，在经常性使用中应该具有一定的耐大气环境和耐适度触摸的性能。

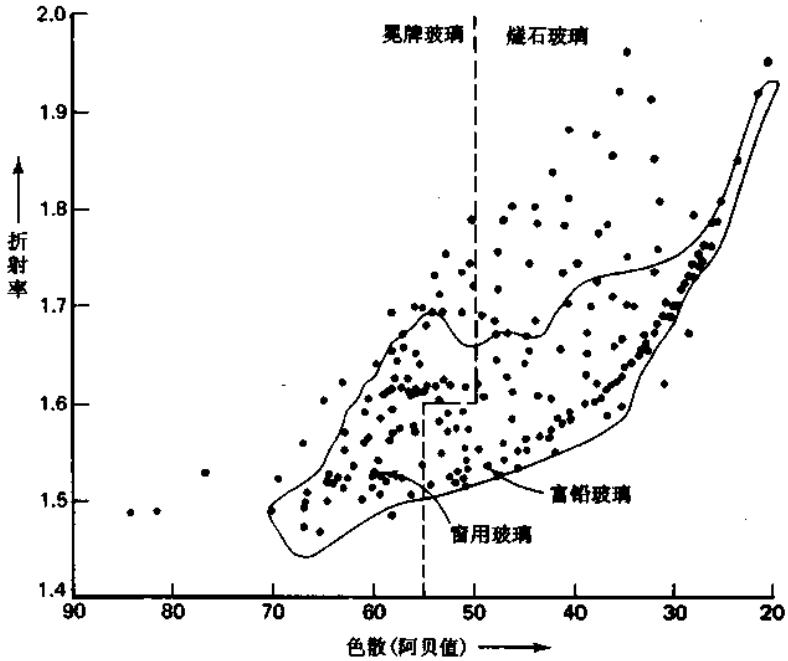


图 2.3 德国肖特公司生产的大约 150 种镜头用光学玻璃。为了便于对比，图中还包括了窗用玻璃和富铅餐具玻璃。细实线包围的区域表示的是 60 年前的产品界限。

1 译注：阿贝值又称阿贝系数，度量光学玻璃色散能力的数值，阿贝值 = 1/色散率 = (黄光折射率 - 1) / (蓝光折射率 - 红光折射率)。

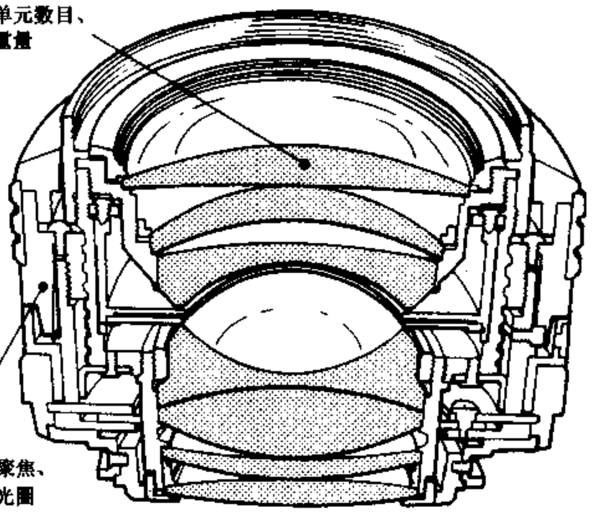


图 2.4 一只 35 毫米单镜头反光照相机 f/ 1.4 标准镜头的内部结构。镜头设计就是为把不同透镜单元组合在一起而进行的复杂数学计算，并且要求光圈和聚焦装置精确地装在镜头筒中。

设计与制造

摄影镜头是由一系列透镜单元组合而成的。设计者通过计算，绘出每片透镜所需要的前后表面轮廓，选择玻璃类型并确定镜头筒中各片透镜间的相对位置(包括考虑孔径光阑，或许还有快门的位置)。所有这些工作的目的都是为了校正混合的光学误差——像差，仅仅利用简单透镜成像时，这种像差总是存在的。仔细地检查单片放大镜的成像，就会发现画面略有模糊、畸变、反差低的现象，这就是存在像差的综合结果。

图 2.5 至图 2.10 给出了一些主要的像差形式，运用一些校正方法单独地减小或消除其中任何一种像差都不是太困难的事情。如图 2.11 所示，镜头设计者将一块高折射率和中等色散程度玻璃制成的会聚型透镜，与一块具有较低折射率但色散程度一致的发散型玻璃透镜组合在一起，就能够校正色差。会聚和发散透镜结合在一起仍然可以会聚光线并形成影像，但其色散作用却几乎可以完全相互抵消。

有些像差通过类似的“相反相成”组合可以得到校正，有些像差通过缩小光圈可以得到改善，其它类型的像差则可以借助透镜表面曲率的数学比率关系或者对光圈前后的透镜采用相同的结构等方法进行校正。此外，在校正像差的过程中，每一位设计者都还会面临这样的问题，即校正一种光学缺陷的最佳方案往往会致使另一种光学缺陷更加恶化。为了改善这种状况，只有进一步增加透镜单元(每增加一片透镜，可以提供选择两个表面曲率和一种不同类型玻璃的机会)，或者采用更小的孔径，或者放弃那些看来远离像场中

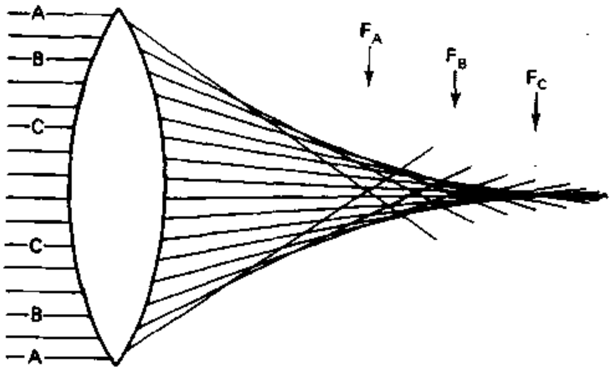


图 2.5 球面像差。球面型透镜外缘区域折射光束的聚焦点比中心区域折射光束的聚焦点近。

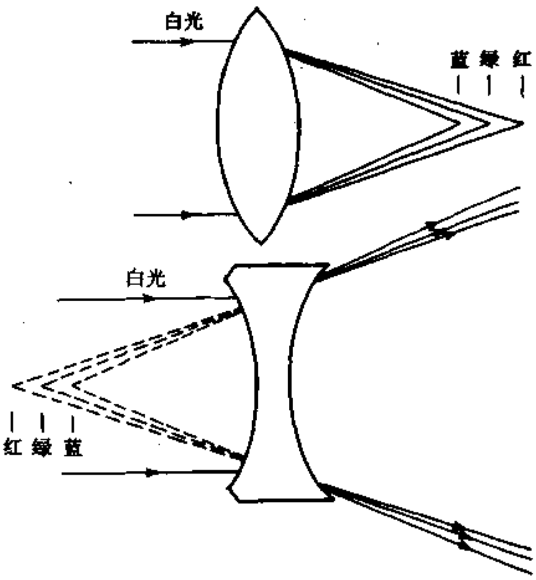


图 2.6 色像差(色差)。由于简单的会聚和发散透镜对每种色光的聚焦点不同，使白光通过后出现彩色光斑。

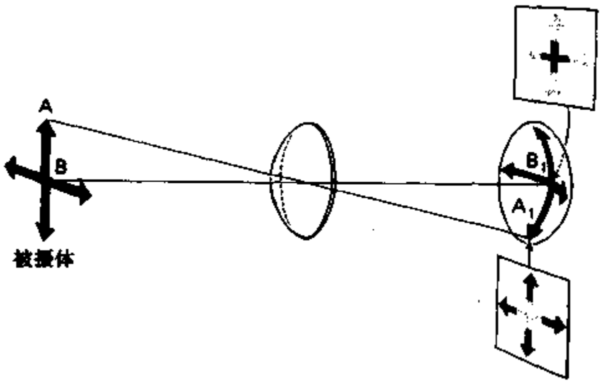


图 2.7 像场弯曲。由于 A 较 B 远离透镜中心，因此相对于透镜来说，形成的清晰影像 A_1 近于 B_1。焦点平面是浅碟状的，在一次聚焦调整中，中心与边缘部分不能同时聚焦在一个平面上。

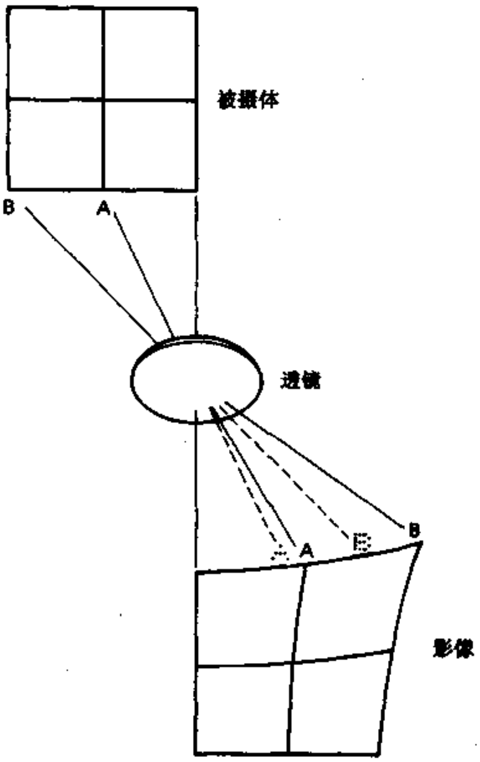


图 2.8 曲线畸变。离轴光束与主光轴间形成的角度太大，将方形的影像拉长成弯曲的枕形。当折射光束的角度太小时，又会产生相反的效果，即产生桶形畸变的结果。参见图 2.22。

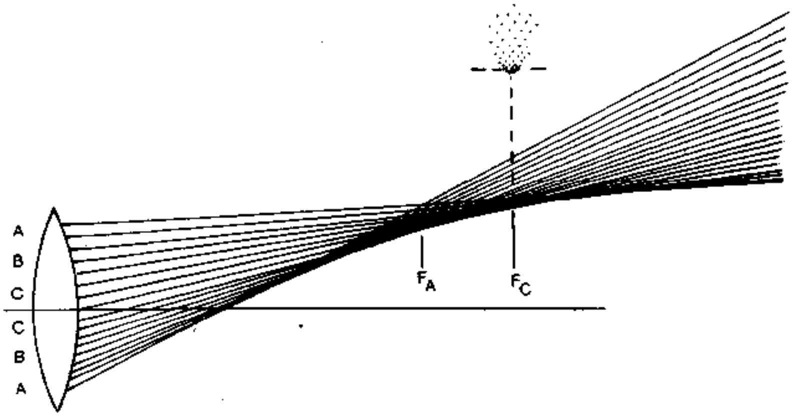


图 2.9 彗形像差(彗差)。透镜的每一圆环形区域使相对透镜和透镜光轴不同位置离轴物点发出的光线聚焦成偏斜的光束，其形成的光斑像彗星似的被拉长。彗差是球面像差的一种偏斜的形式(见图 2.5)。

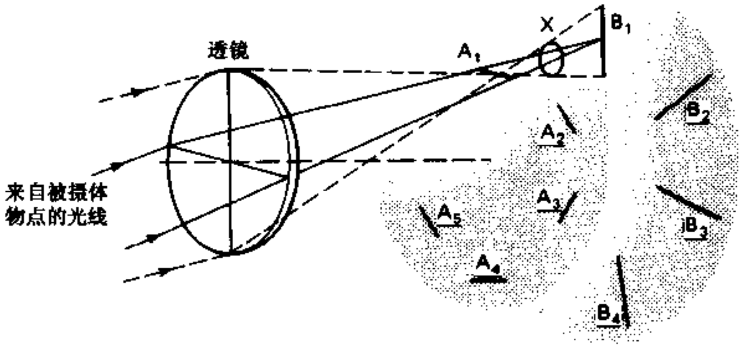


图 2.10 像散。离轴物点发出的光线，在成像时散布成径向线段(在焦平面 B)或切向线段(在焦平面 A)。在中间的平面 X 处能得到最佳的折衷影像。其它离轴物点的影像，如线段 A_2 或 B_2 等等。

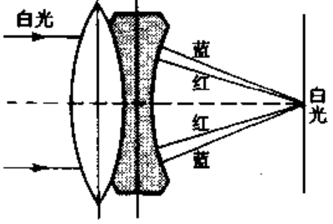


图 2.11 利用不同类型的玻璃，组合正负透镜校正色像差。

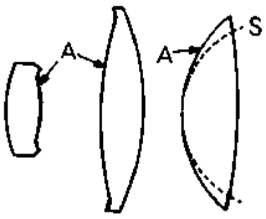


图 2.12 各种形状的透镜。图中每种透镜都具有一个非球面表面 A，虚线 S 表示这一表面如果是易于加工的普通球面的话所应具有的轮廓形状。

心的最有害的像差，而限制镜头仅涵盖较窄的视角范围。尽管所有现代光学系统都具有增透膜，但增加透镜单元还是会使每一个附加表面都产生光线散射，因而逐渐降低影像的鲜明程度；镜头还会因此而变得沉重，并且如此众多的透镜单元会增加加工成本，致使镜头价格昂贵。此外，摄影者期望镜头孔径宽大；对于照相机移动调整来说，还尤其需要具有足够的涵盖力。

镜头设计者可以运用高级的计算机设备，针对所设计的镜头，模拟被摄体到画幅每一部分的数百条光束路径，完成必要的折衷方案设计。最终目的是获得完美的成像质量，即无论镜头对近处物体聚焦，还是对远处物体聚焦，以及无论使用哪一挡光圈时，画幅中央和四角之间的成像质量都不应该出现差异。与此同时，如果设计者为了追求理想的像差校正，而致使镜头生产不够经济，那么这种方案也是不可取的。

镜头制造业的每项进步都会促进镜头设计者的工作。对于前透镜可调的镜头组，可以通过机械装置改变前透镜在镜头筒中的位置，达到对不同距离物体聚焦的目的。非球面透镜能够替代球面轮

(A) (B)

图 2.13 影像清晰度是综合影像反差和精微细节的主观判断。左图(A)是用分辨力低但反差充分的镜头拍摄的，拍摄右图(B)使用的镜头对更精微细节的分辨程度进行了校正，但产生的反差较低。在一般的阅读距离下仔细观察，图(B)看上去线条分明。但是，在 2 米远处观察，似乎又是图(A)的线条鲜明，而看不到图(B)中再现的精微细节。远距离观察时，这些细节部分已不再起作用。(承蒙卡尔·蔡司同意转载)

廓的透镜，或者还可以用中央和边缘之间折射率渐变的玻璃来制造小型透镜。这些进展可以使设计者采用更少的透镜单元，获得更优良、更一致的镜头性能。因此，镜头设计与生产的趋势正朝着更轻型、更小型化以及获得更长焦距和更大的最大孔径的方向发展。

镜头成像质量的检验

镜头质量无法用像一个数字这样简单的概念进行描述。影像清晰度是人的视觉对清晰程度所作出的主观判断，其中还必须包括影像反差以及实际呈现精微细节的多少。例如，仔细观察图 2.13，就能够实际检验一下对镜头质量所作出的判断。购置二手镜头之前，运用这种方法试用或检验镜头是很有益处的。另一方面，镜头生产厂家对于他们的每种产品还要进行更为复杂的测试，并给出典型性能的数据或图表。

自己动手检测镜头

无论是拍摄小型画幅的镜头，还是拍摄中型画幅或是大型画幅的镜头，都可以试着将它们装到更大型的、具有蚀刻精细聚焦屏的照相机上进行测试。35毫米照相机或卷片照相机的镜头可以安装到4×5英寸机背取景照相机上，4×5英寸照相机的镜头可以安装到8×10英寸照相机上。如果必要的话，使用袋式皮腔或者内凹式镜头板，能够使镜头更充分接近聚焦物体。安装时，应使镜头主光轴位于静点，并且与宽大的聚焦屏成直角，此时能显示出镜头涵盖画幅范围的垂直和水平的范围。这一区域外缘的成像质量优劣将取决于镜头偏心运用的程度，例如移动或摆动调整量的大小。使用聚焦放大镜可以检验显现在聚焦屏上的影像。

借助具有大面积精微细节的被摄体，能够使某些镜头的成像质量得到最佳的验证。例如，将几张报纸钉在墙上，并使其与镜头主光轴成直角，报纸和镜头间的距离可以定为4米(对于通用的镜头)或者是其它经常采用的任何拍摄距离。让这张临时准备的简易“测试标板”获得均匀明亮的照明。然后，将镜头孔径调至最大，对画格中央进行聚焦，并检查聚焦屏上各个部位的成像质量，包括远离主光轴区域的成像质量。由于各种离轴像差和弯曲像场的缘故，离主光轴越远的区域，其影像看上去会越不清晰。对于像场弯曲的现象可以用重新聚焦的方法加以证实，即边缘区域变得清晰是以损失中央区域的清晰度为代价的。

大口径镜头几乎都存在轻度的像场弯曲问题，但将光圈收缩一至两挡，就有可能克服这种缺陷。聚焦屏中心清晰焦点的位置应该是十分确定的，如果这一位置有什么不确定，或者随光圈收缩而变化，那么就说明存在残留的球面像差(参见图2.5)。观察像场边缘处被摄体中直线的成像情况，还能够对曲线畸变进行检验，并且可以用一把直尺在聚焦屏上与被摄体的直线影像进行比较。

观察其它的光学缺陷时，最好以一个后照明的针孔作为被摄体。首先，可以将其竖立在适当的距离处，并清晰调焦于画幅中央，然后让被摄体平行于聚焦屏向一侧移动，直至所形成的影像刚好位于像场的边缘。透过针孔的光点，其形状的变化以及附加的任何彩色条纹就是像散、彗差和横向色差所产生的综合结果。收缩光圈时，这种结果中的某些现象会随之消失。

当光点所成影像恰好离开中央区域时，试着改变原来的焦点。如果在某个聚焦位置上看到减弱的像差边缘处，光点圆周线被分成两部分(与从镜头光轴向外拉出的线段相一致)，并且一部分线段与另一个聚焦位置那部分线段成直角，这很可能就是出现了像散。受

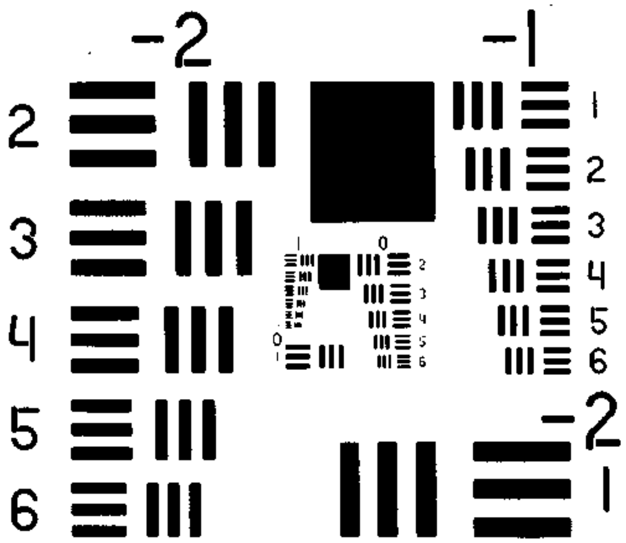


图2.14 用于测试镜头的典型测试标板图案。观察者无法区分其中栅格是水平还是垂直排列的就是获得良好影像清晰度的界限。(用眼睛在不同距离下观察测试样板就可以证实这一点。)

到损失的镜头，或许看不到摔碰的凹痕，但是仍会使其内部的一片或多片透镜产生偏心。(只要一些透镜单元主光轴之间出现千分之几毫米的偏差，就会使成像质量产生明显的损失。)检查镜头合轴性能时，仍可采用针孔在画幅中心成像的方法。当通过清晰焦点位置前后移动镜头或聚焦屏时，光点应该扩大为真正的圆斑，而不应该出现其它形状。进行上述这些镜头测试是具有实际意义的，尽管观测工作可能是在颗粒精细的照相机聚焦屏上完成的，但是确实还是需要比这种测试更为严格的分析。

调制传递函数

现代镜头生产厂要使他们的产品通过各种测试,并公布他们称之为"调制传递函数"(MTF)的数据,这些测试比使用者所能进行的检验要广泛得多。但是也不要被这种源于电子学而不是摄影技术的专业术语所唬住。一旦了解如何看懂它们,就会知道 MTF 数据能够为判断镜头的性能价格比提供大量的信息。遗憾的是 MTF 曲线图往往只是印刷在镜头的技术说明书中,而且没有较为详尽的解释,因此有必要了解这些曲线是如何绘制的,以及它们具有什么意义。

MTF 的测试过程有些类似于检测高保真音响系统的过程。对于高保真系统,首先要输入已知频率的音频信号,然后对照每一输入信号检查系统输出信号的纯度。而对于镜头测试,"被摄体"则是一幅栅格状的拼凑图案(如图 2.14 所示),每一栅格都由若干等宽度的黑白线段组成。把一条黑线段和一条白线段看作为一对,因此可以用每毫

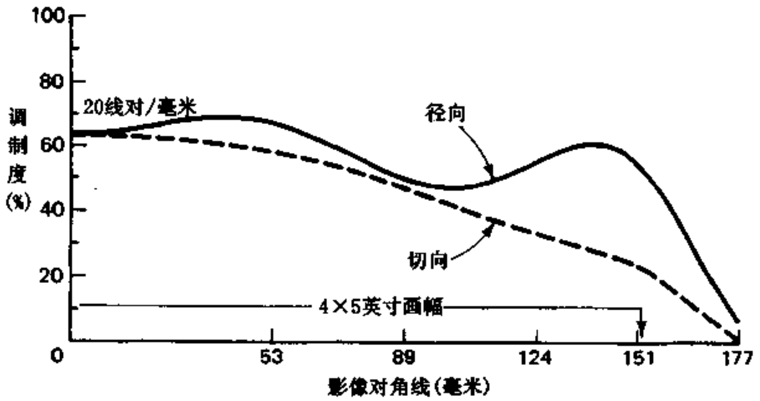


图 2.15 MTF 曲线的基本要素。图中曲线以涵盖 4×5 英寸底片并能进行充分移动调整的某照相机镜头为例。曲线位置越高，越平直，则说明镜头成像质量的一致性越佳。(注意：离开中心的影像对角线距离数值是其对数值，因此相对于边缘区域来讲扩展了中心区域的曲线。)

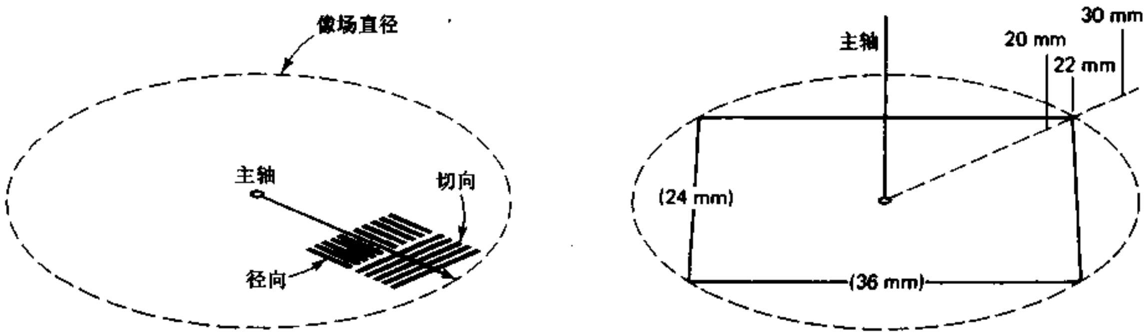
米所包含的线对数量(线对/毫米)来描述栅格被摄体的疏密程度。每毫米中线对数高即代表细节精细,科学人员称为空间频率高。每毫米中线对数低即表示细节粗糙,或称作空间频率低。

此外，还有一个专业术语就是调制度，它基本上可以解释为是明暗层次之间的变化。显微镜—计算机系统扫描选定栅格条带的镜头影像，并将产生的信号与从测试标板上直接读出的结果进行比较。理想镜头所成栅格的影像，其黑白线段应该为纯黑或纯白的。实际上，由于残留像差和衍射现象的影响，黑线段会变浅，白线段会变深，致使来自被摄体的光线经过镜头的传递后，黑白两者间原有的反差界限不那么分明，好像影调是逐渐变化的。因此调制度总是小于 100%，而且甚至会下降到完全无法辨认栅格之间间隔点(零调制度)的地步。

MTF 曲线的意义

镜头调制传递函数曲线的一般形式如图 2.15 所示，其竖轴所表示的调制度范围为 0% ~100%，横轴上标出的是横穿影像光斑的距离，从左至右相当于从镜头主轴处向外延伸至大约半径距离

图 2.16 MTF 曲线有两条，它们是分别针对平行和垂直于离开镜头主轴直线的格栅图案而绘制的。右图：对于欲涵盖 35 毫米画幅的镜头，其给出的特性必须包括半径为 22 毫米的整个区域。



处。对于涵盖35毫米画幅又无移动调整功能的镜头，这一长度大约为22毫米；对于6厘米×6厘米画幅的镜头，这个相当的距离大约为40毫米，而对于4×5英寸画幅，其大约为80毫米。但是，如果照相机具有移动调整功能，即镜头主轴可相对于胶片中心偏移或倾斜，则其涵盖范围就要比上述仅涵盖画幅的范围近一步扩展，这一点很重要。如图2.15所示，对于4×5英寸机背取景照相机镜头，图中给出了半径直至177毫米的性能曲线，其中的箭头标记表示离轴运用时155毫米是成像质量可以接受的极限值。

镜头的性能曲线是依据格栅图案中某一特定空间频率而绘制的，比如20线对/毫米。随着从镜头主轴处向画面角落处的移动，性能曲线(调制度百分数)逐渐下降。镜头质量越好，则这种下降量越少。在MTF图中可以发现特性曲线分为两条，其中一条标有符号S，表示径向(或弧矢)曲线，即该曲线是格栅线段平行于离开镜头主轴径线时的响应；另一条曲线标有符号T，表示切向(或子午)曲线，即它是格栅图案旋转90°时的响应曲线。任何残留的像差，比如像散(参见图2.10)都会造成两条曲线的差异。因此，两条曲线的差异越小，则表明镜头的性能越好。

35毫米画幅镜头的曲线，通常是针对40线对/毫米的空间频率而绘制的。这个数值是与观看成品影像时所需的分辨率有关的。例如，用50毫米镜头拍摄了一张24毫米×36毫米规格的画面，将其放大至8×10英寸(放大倍率×7)，即照片宽25厘米，并以典型的正常观看距离——30厘米的距离观看照片；在这一距离下观赏照片上的被摄体，其比例与透视看上去最为自然(参见《基础摄影教程》)。但是，在明视距离下人眼的分辨率充其量不过5~6线对/毫米，观察一下直尺上的刻度即不难验证这一点。再回过来涉及35毫米画幅，为了看到清晰的成品影像，人眼分辨率的7倍就是照相机所需的数据，即大约40线对/毫米。

对于更大的画幅，这一数据又有所不同了。从一张4×5英寸底片得到一幅8×10英寸的照片，其放大倍率仅为2倍。所以对于肉眼观察来讲，为了观赏到清晰的结果，对胶片上影像分辨率的要求仅大约为20线对/毫米。因此，大型照相机镜头的曲线很少是针对比20线对/毫米还高的空间频率而绘制的。如果仅放大底片的局部而得到上述尺寸的照片，或者为了观赏特写而制作巨大的放大照片，那么前面谈到的拍摄和观赏数据可能都不能成立。此外，成品照片的照明亮度也会极大地影响人眼的分辨率。

大多数MTF曲线图中还会给出30或20线对/毫米的性能曲线，对于大型照相机的镜头，甚至会给出10和5线对/毫米的曲线。注意：不要忽视它们的作用。就优质镜头而言，整个影像既具

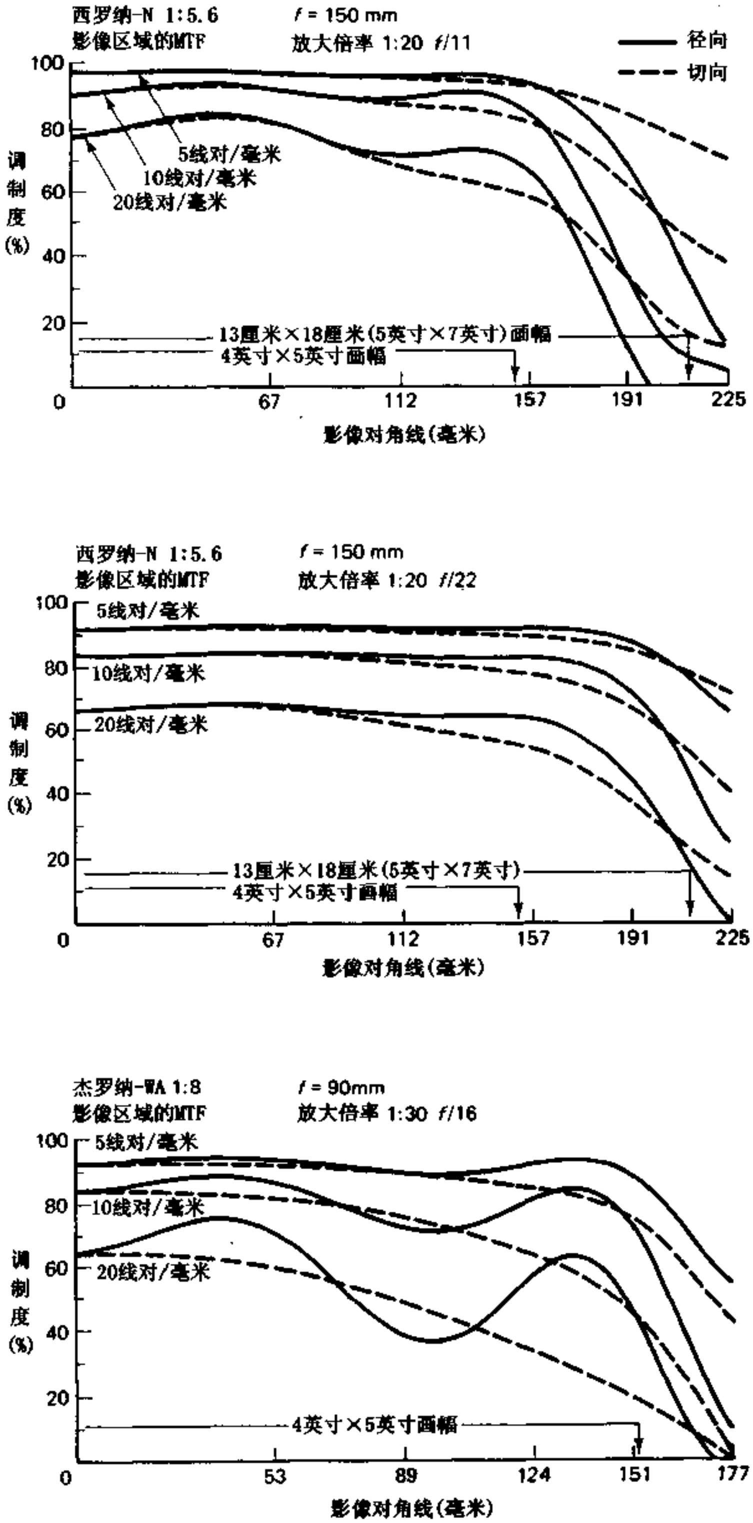


图 2.17 两种大型照相机镜头的MTF曲线。西罗纳 N 型(sironar-N)镜头是一种 6 片的高质量镜头。曲线显示了镜头为 f/11(上图)和 f/22(中图)时的性能变化。收缩光圈会使像差有所降低，所以整个胶片的成像质量更趋于一致。但是，由于较小孔径造成的折射，又使调制度的综合水平略有下降。杰罗纳(Geronar)镜头(下图)是一种廉价的广角镜头。(承蒙罗敦司特同意转载)

有主要的细节又能保持反差是非常重要的。感光材料的颗粒或网版上的点状图案都会损失某些精微的细节。在这些实例中，传达大多数影像的正是较低的空间频率。比较不同品牌镜头的 MTF 曲线时，应该记住生产厂家往往会采用最偏袒的方法介绍其产品的性能。所以，要仔细比较曲线的定标，比如调制度轴上的数字与相关的像场轴上的数字之间的间距。有些生产厂家把后者称为“影像高度”。

检查较小的照片

MTF 曲线的旁边应当标有测试时所使用的 f 系数。对于 35 毫米和大画幅相机镜头来讲，通常使用的 f 系数分别为 f/ 5.6 和 f/ 22。如果给出最大光圈下的 MTF 曲线，由于其存在较显著的像差，所以会显示出较差的性能；而在最小光圈下，由于衍射现象的存在，往往也会使性能恶化。至于大型照相机镜头，比较不同光圈下的曲线会了解到涵盖力变化的界限。例如，倘若不进行移动调整，那么一只 4×5 英寸画幅的标准镜头，适当收缩光圈就会涵盖 5×7 英寸甚至 8×10 英寸的区域(二者均作为广角镜头)。除此以外，同样的曲线还能显示出在画面一侧的成像质量恶化之前，这架 4×5 英寸照相机所能进行的镜头偏心移动量的大小。另参见图 3.4。

MTF 曲线图上还应注明测试标板的距离，它通常是以比例的形式出现的(一般地，对于 4×5 英寸画幅的镜头为 20:1，但对微距镜头则为 1:1，而对 35 毫米画幅的放大镜头又为 1:10)。在 1:1 的比例周围，应该能看到微距镜头会得到最佳的性能，而通用镜头在这样近的距离下使用，成像质量就会变坏。放大镜头的特性与微距镜头的相类似(参见第 37 页)。但是，即使是采用最佳 f 系数的轴上成像，甚至是对于 10 线对/ 毫米这样较低的空间频率，也不要期望任何镜头会得到 100% 的调制度。这是因为孔径的存在总会产生一定的折射，并且会随镜头设计的不同而发生变化。通常，对于 40 线对/ 毫米的频率，曲线在轴上的调制度初始值很少会低于 50%，而后性能才会变坏。

其它类型的 MTF 曲线

另外一种类型的 MTF 曲线(参见图 2.19)能够以不同的方法比较两只镜头的性能，其曲线表现是调制度百分数与空间频率(线对/ 毫米)之间的对应关系。虽然，从曲线上并不能直接了解整个像场中有关成像质量的任何信息，但可清楚地看到随着细节的逐渐精细，调制度的响应逐渐变差。同前面介绍的 MTF 曲线一样，图

35 毫米单镜头反光照相机 50 毫米 f/ 1.8 镜头放大倍率 1:50 的分辨率

f-系数	轴上 (线对/毫米)	角上 (线对/毫米)
1.8	45	40
2.8	50	45
4	56	50
5.6	63	56
8	70	63
11	63	56
16	56	50
22	50	45

最大光圈下的平均分辨率数值*

镜头类型	轴上(线对/毫米)	角上(线对/毫米)
4英寸×5英寸(所有)	28	22
6cm×6cm (80mm)	32	25
35m(50mm)	40	30

* 调制度下降到无法接受的水平前刚刚可分辨的线对数。

图 2.18 典型照相机镜头的每毫米线对分辨率性能。上表给出了确定 f 系数下中间区域的成像质量峰值。

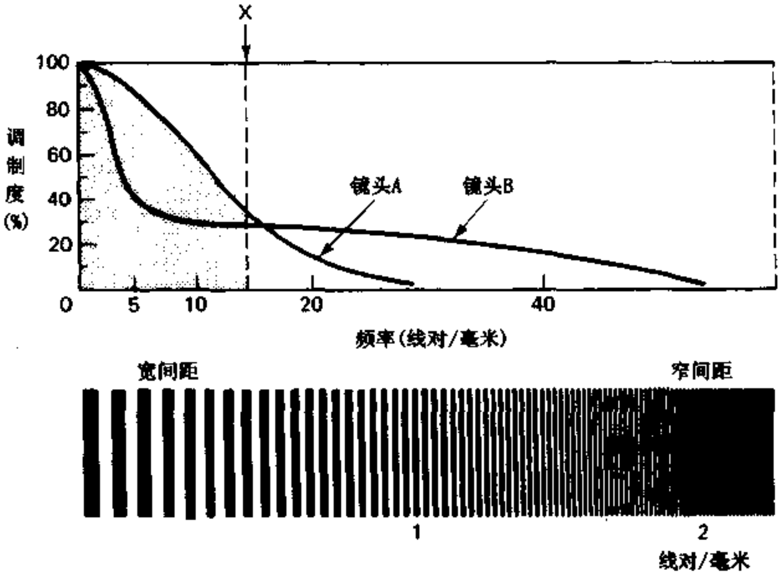


图 2.19 两种镜头的 MTF 曲线(轴上影像)，它们对精微细节的要求各不相同。镜头 A 最适合于视频摄像——X 表示 625 线电视系统的截止频率，参见正文。镜头 B 更适合于化学胶片摄影，它对频率直至大约 40~50 线对/毫米时仍要求具有可接受的调制度。下图：使用的测试标板的类型。图 2.13 是使用这两种镜头拍摄的同一被摄体的照片。

中曲线下面所包围的区域越大，说明镜头性能越好。在图 2.19 中所描述的这只镜头，其像差校正倾向于在主要细节方面获得最强的反差和最佳的成像质量，而随着细节变得更为精微，曲线迅速下降，性能很快恶化。基于这种考虑而设计的镜头对于视频摄像是最为理想的，因为它受到电视介质的约束(通常每场画面仅为 625 或 525 线)，所以任何更精微的细节都会被系统损失掉。另外一只镜头是为普通摄影设计的。由于卤化银系统能够记录更为精微的细节，此时对于像差校正所要考虑的是产生普遍较低，但直至非常精细的格栅图案时仍具有比较一致的调制度百分数。这种曲线图又一次说明镜头的设计是与其规定的功能密切相关的。

以同样方法绘制的 MTF 曲线也用于描述不同种类的摄影胶片。正如第 4 章中所阐述的，胶片解像力范围的界限取决于其感光度、颗粒度、曝光量水平和显影的类型，通常介于 200 线对/毫米和 25 线对/毫米之间。因此，综合照相机镜头和胶片的性能，可以得到一条描述整个成像系统——从被摄体到冲洗结果的曲线。这是通过图示和数字描述摄影成像质量最为严密的方法。

镜头的购置

每家生产厂商都为自己规定了最低成像质量验收标准，但是每一只镜头，即使是设计相同，却又都是一个独立的产品。作为离开了生产线的镜头，其透镜在玻璃材料、形状、间距、合轴等方面都

可能存在细微的差异。因此，尽管镜头的质量检验是按照同一个标准来控制并通过的，但事实上，有些镜头的质量还是要好得多。此外，还可能会发现两家厂商提供的镜头，他们具有相近的特性，而价格却相当悬殊。其中一个重要的原因可能就是廉价产品所规定的标准或许稍微低一些，并且质量控制执行得不那么严格。结果多半是有的人运气好，可以在"摸彩袋"中得到一只好镜头，而有的人则只好自认倒霉。

了解了镜头设计中的某些问题后，就会重视起仅在其指定的性能范围内使用镜头的必要性。为了1:1的翻拍工作，使用附加长接圈的远摄镜头也能对非常近的物体聚焦，但是拍摄结果可能质量较差。(这里指的并不是具有"微距功能"的变焦镜头，后者在设计时已经考虑了近摄时的像差校正，镜头内部具有可调前透镜的移动结构。)此外，有些真正的微距镜头在拍摄远处的风景时也会产生质量不高的结果。

大多数镜头在光圈收缩到f系数范围内大约中间位置时，都能够获得最佳的成像质量。光圈开得越大，像差校正越不确定；但是如果光圈收缩得太小，由于折射的作用(参见图2.18)也会损失成像质量。因此，f系数标尺的上下两端会受到镜头设计上的限制，生产厂家也会将此界限看作成像质量可以接受的标准。有时两只品牌相同、焦距亦相同的镜头，结构和价格却截然不同，原因就在于其中一只镜头光圈可开大一挡或者可以涵盖更大的面积(允许照相机移动调整)，而又无损于成像质量。

选用新镜头时，一定要尽可能认真阅读生产厂家的技术说明书。专用镜头的像差校正往往都有所侧重。例如，用于航空测量的照相机镜头，它必须对于远处景物产生最佳的结像质量，并且要避免任何形状畸变，因为拍摄结果是用于测量的目的。对于放大或翻拍镜头，其校正要平衡于使近处物体产生最佳的成像质量。移位镜头，或者任何为照相机提供移动调整的镜头，则需要充足的涵盖力(并且为了达到这一目的，或许要丧失较大的最大孔径)。对于新闻摄影和监视工作的镜头则要求勉强涵盖其画幅即可，因为这些镜头的设计重点是着眼于获得尽可能大的孔径。如图2.19所示，不要寄希望于为不同记录介质而专门设计的镜头，例如，不能要求分辨率有限的电视摄像机镜头胜任卤化银照片的拍摄。

其次，选择镜头还要考虑适应拍摄条件的最灵巧的体积和重量。对于必须使用长焦距镜头的各种场合，这一点尤为重要。千万不要盲目追求根本不需要的最大光圈指标，因为它只会增加镜头的体积。如果是购置二手镜头，则镜头本身的状态极为关键。镜头上的划伤(或许是清洁过度造成的)会比黑斑点甚至玻璃中的气泡更为

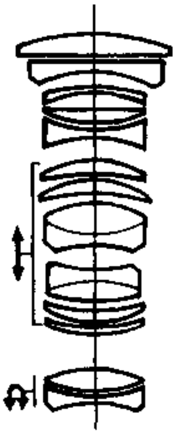


图 2.20 变焦镜头的设计表明，在变焦过程中为了调整焦距并保持最佳像差校正结果，镜头内的可调透镜单元组是可以重新定位的。

严重地影响成像质量。摔碰过的镜头可能表面看不到明显的损伤痕迹，但其内部透镜单元已不合轴，致使成像质量全面恶化。因此，若是必须购买二手镜头，首先应该在典型拍摄环境下试用，或者进行专业测试(大多数照相机专修店均有此项业务)。

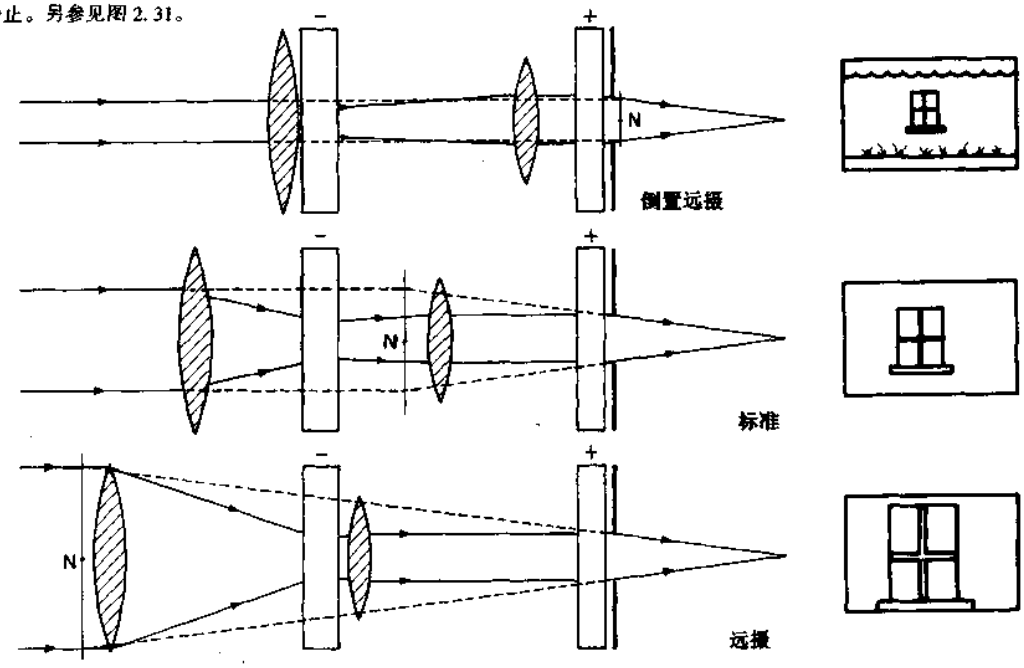
特种镜头

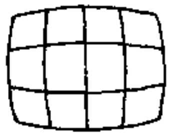
变焦镜头

折射率和色散性能奇妙结合的新型光学玻璃，加上较好的镜头设计，就意味着最优秀的现代变焦镜头也能具备真正可靠的成像质量。为了了解变焦镜头的工作原理，首先应该知道一只完整镜头的焦距长度取决于其单元透镜的焦距和各分离透镜间的距离(影响透镜的“投映”)。当拍摄者调整镜头焦距控制机构时，变焦镜头的透镜组就会在镜头筒内移动。因此，这种变焦动作能够“重新构造”镜头，例如从倒置远摄结构一直变到远摄结构(如图 2.21 所示)。

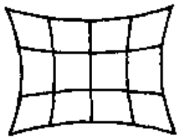
变焦调整应该在不影响焦点的前提下改变焦距和影像放大倍率。同时，设计者还必须让影像校正的调节与焦距的改变及聚焦同步完成。但是曲线畸变(见图 2.8)的校正难度相当大。用劣质的变

图 2.21 变焦镜头结构的一种基本形式，其中有两组透镜是可移动的。上图：向后移动能够得到倒置远摄结构调整。下图：向前移动能够得到远摄结构调整。后节点(N)变得逐渐远离焦平面，以得到更长焦距和较大的影像细节。会聚单元（+）保持静止。另参见图 2.31。





桶形



枕形

图 2.22 这里以夸张的形式表现了桶形失真和枕形失真。

焦镜头拍摄矩形被摄体时，在变焦范围的一端往往都会产生枕形畸变，而在另一端则会产生桶形畸变(见图 2.22)。

理想情况下，变焦镜头在它的整个变焦范围内均应该始终保持一致的 f 值。但在实际中，为了降低成本和缩小体积，大多数变焦镜头的光通量都会稍微有所变化。在最长焦距端，无论预置哪挡 f 值，当将镜头调整到最短焦距端时，光圈都会变得开大一挡。这种“可变光圈”的变焦镜头，其光圈环上具有两种颜色编排的预置标记，一种用于最短焦距，另一种用于最长焦距。至于曝光方面，自动的通过镜头式照相机测光表可以响应变焦距所产生的任何变化。但是，如果使用手动的 TTL 测光表、非专用闪光灯或单独的测光表，则就要准备对不同的焦距设置进行相应的光圈调整。

由于变焦镜头结构的复杂性，及其非常激烈的市场竞争，使得变焦镜头在成像质量方面较任一其它类型镜头的质量波动都要大得多。有些变焦镜头的质量标准完全可与固定焦距镜头媲美，有些则可能相差甚远。更准确地讲，变焦范围(最长焦距与最短焦距之比例——变比)越大，通常它与定焦镜头的成像质量差距就越大。例如，变比为 ×5 倍或 ×6 倍的变焦镜头，其成像质量往往就不如 ×3 倍或 ×4 倍的好。当变焦镜头设定为微距方式时，其成像质量也具有类似的特性，即不如优质定焦微距镜头，画面四角的清晰度也往往变差。对于这些问题，答案就是谨慎行事。认真阅读镜头的技术说明书，并且如果可能的话最好进行实际测试，以检查一只特定的变焦镜头是否能够获得令人满意的拍摄结果。

反射型镜头[2]

反射型镜头是一种将玻璃透镜与弯曲的反射镜结合在一起的摄影镜头，图 2.23 就是其典型的结构。反射型镜头具有短粗圆筒似的独特外形，并且前透镜中央有一块不透光的圆片(面向内的第二反射镜的背面)。折反射型镜头的优点是长焦距镜头的实际长度被

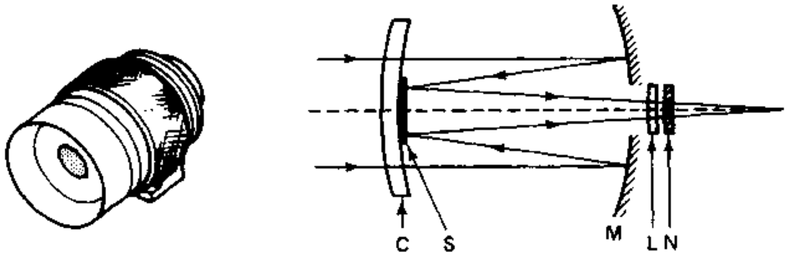


图 2.23 典型的 500 毫米反射型镜头及其内部结构。C. 校正器盘；M. 主会聚反射镜；S. 二次反射镜；L. 用于控制像差的弱二次校正器；N. 曝光控制用中灰密度镜(可变换)。

2 译注：Mirror lens 原文意为反射型镜头，但实际上成像光线在镜头内不仅仅进行反射，同时仍存在折射现象，所以确切地讲应为折反射型镜头(Catadioptric lens)。反射型镜头往往只是折反射型镜头的简称。

图 2.24　极度鱼眼镜头产生的圆形画面，同时被摄体的形状也出现了畸变，因此这种拍摄方式仅适用于某些被摄体。克里斯·哈里斯使用8毫米尼康鱼眼镜头，并安置一架遥控照相机拍摄了热气球中的理查德·布兰森。布兰森手中的红外遥控装置触发了快门动作。

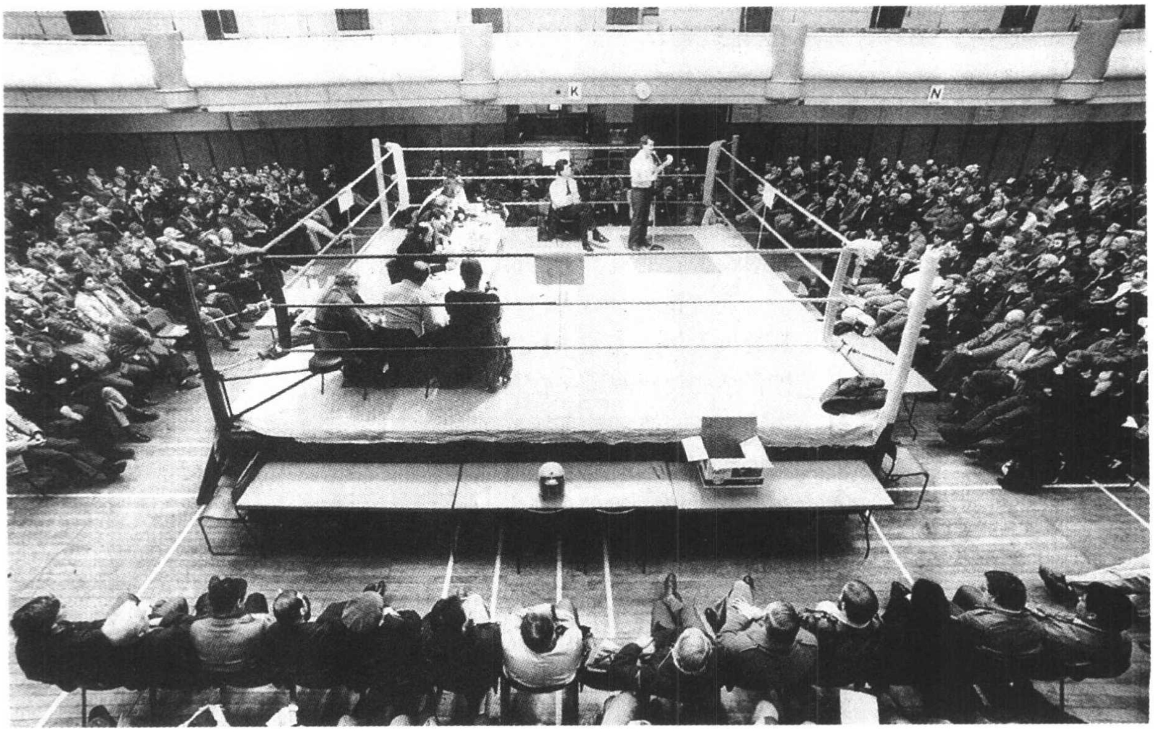


图 2.25　广角镜头不同于鱼眼镜头，它对畸变进行了正规的校正。但是，极度的广角镜头仍然会将被摄体"拉离"画面的中心。这种现象在拍摄人体时尤为显著，而在拍摄大地和天空等空旷区域时最不明显。(伊尔凯·穆罕默德摄)

大大缩短了，因为其光路是对折的。此外，由于反光镜仅反射光线并不折射光线，所以它不产生色差。镜头设计中只需要较少的校正透镜，并且由于引入了轻质的反射镜，因此整个镜头的重量要远比相同焦距的普通镜头轻得多。

但是反射镜头仍具有下述三个缺点：

1. 镜头无法收缩光圈，仅有一个会使画面四角产生渐晕现象的光阑。因此，拍摄者无法控制景深，并且必须使用中灰密度镜或单独依赖快门速度控制曝光量。所以，反射型镜头不适用于速度优先或程序模式的自动曝光照相机，仅适用于光圈优先或手动模式照相机的工作。

2. 画面中焦点失调的明亮高光点会扩展成为光环状(参见封面图片)，而不像人们通常看到的光盘，这一变化是前反射镜造成的。

3. 离轴像差增大到了令人无法接受的水平，因此反射型结构仅限于窄视角、长焦距的镜头。对于35毫米画幅，镜头的典型焦距为500毫米或1000毫米，并具有大约f/8或f/11的固定光圈。

此外，还可以碰到少数类似的反射型镜头(有些书中称之为"折反射型"和"反光型"镜头)。然而，质轻和短小的特点使他们操作方便，尤其适用于博物学摄影和现场的体育摄影。

鱼眼镜头

鱼眼镜头是为了获得极端的视角而不对曲线(桶形)畸变进行校正的特殊广角镜头。180°或220°视角的鱼眼镜头是极为普通的。达到这样的角度，可使得整个画面上的影像放大倍率差异很大，因而产生了奇特的鱼缸效果(如图2.24所示)。除此以外，一只优质的鱼眼镜头在所有其它方面都能够得到极好的成像质量。

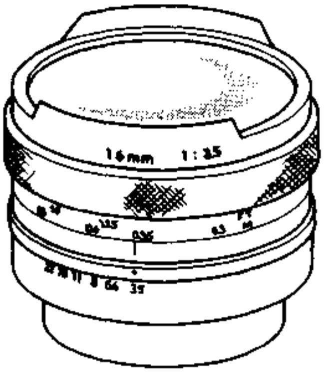


图2.26 A16毫米f/3.5鱼眼镜头

这种镜头具有大口径、球根状的前端透镜，它能使光线发散，其效果大体上类似于标准镜头通过凹面窗口观望。前端透镜的这种扩张结构使鱼眼镜头在携带和使用过程中脆弱易损，而且也不能附加镜头遮光罩和外部滤光镜，因为这些附件都会阻挡视角，所以遮光片和插入式滤光镜都装在镜头筒内。

鱼眼镜头的景深十分出众，f/8的典型景深可以从30厘米一直延伸到无穷远。鱼眼镜头的最大孔径通常大约为f/5.6，也有少数大孔径(f/2.8)的产品。但有些镜头需要直径为20厘米或者更大的前端透镜，因此使得这些镜头重量比较重并且价格昂贵。大多数鱼眼镜头都是为35毫米照相机设计的，也有一两种是卷片照相机使用的。此外，还可以在标准镜头前面附加"鱼眼变距镜"，如

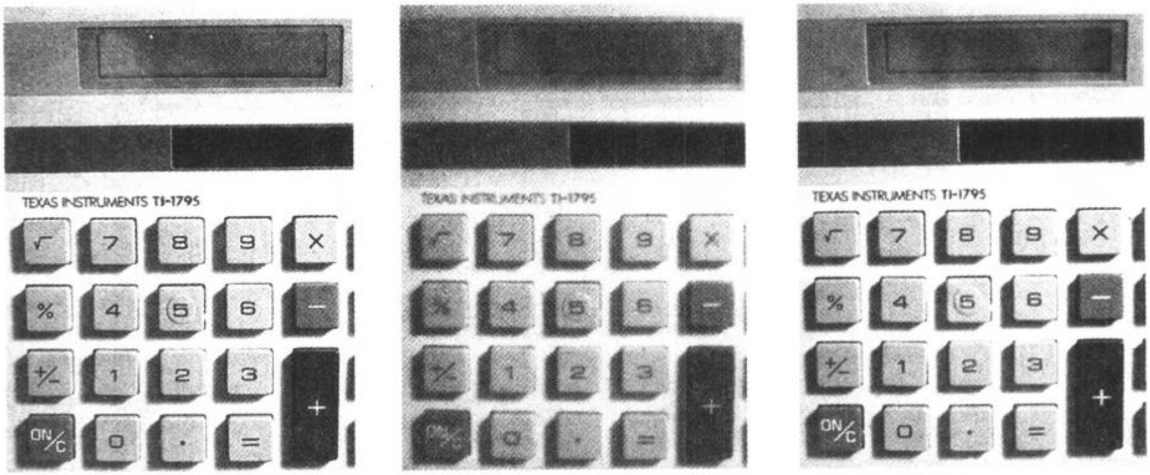


图 2.27 从左到右依次分别为标准镜头对准焦点、标准镜头未对准焦点和柔焦镜头拍摄的结果。柔焦镜头会获得清晰的影像与模糊的细节相混合，且反差降低的影像。另参见彩图 4.7。

果收缩相机镜头的光圈，这种组合也能获得成像质量极佳的结果。

鱼眼镜头最好适度地运用于画面壮观的工业摄影、广告摄影或剪辑摄影之中，它们会产生新奇的几何图形，但是摄影者很快就会发现这种现象支配着所摄的每一个对象，并给人以重复的感觉。有些鱼眼镜头还具有特殊的用途，比如有限区域的监视工作，建筑模型内部的拍摄以及气象学的全天空摄影。在某些技术摄影中，附加在成品影像上的正射投影网格会有助于进行直接的测量。

柔焦镜头[3]

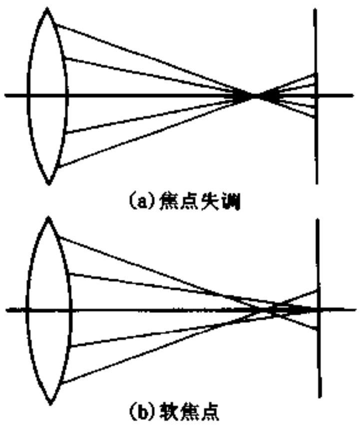
柔焦镜头聚焦时，来自被摄体每一光点的清晰实像点都会被发散照明的晕圈所覆盖。这种轮廓柔和的效果最适合于浪漫风光、人像(婚礼、儿童等)摄影，尤其适合于彩色摄影。对于高反差的景物照明，这种效果最为显著；但是，大色块区域显得不如精微细节柔和。例如，人像中皮肤上的瑕疵细节会被掩饰掉，但一般面部特征要比焦点未对准的影像清晰得多。(参见图 2.27)。

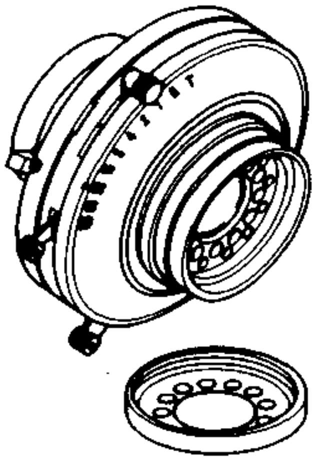
柔焦镜头只是在影像细节方面有所不同，所以除了球面像差之外，它们的所有光学误差都进行了高度校正。如图 2.5 所示，保持这种球面误差就会得到清晰与模糊影像相混合的柔焦特点。

为了适应各种不同的被摄对象，必须能够对柔和程度进行控制。有些镜头借助于收缩光圈大致上达到这一控制目的。在最大挡位，光圈环上会显示出柔焦的符号；孔径完全收缩后，则会显示最清晰的焦点。更完善的设计中具有可调透镜，转动附加的控制环，透镜即可通过移动增加或降低球面像差，因而可以独立于景深变

3 译注：柔焦镜头又称柔光镜头、软焦点镜头。

图 2.28 左图：(a)普通镜头焦点未对准时的成像情况；(b)柔焦镜头的成像，被摄体的每一点都被记录成具有实心的星云状晕圈。右图：大型照相机柔焦镜头。为了得到不同的光线扩散量，镜头配有可更换的多孔圆盘。





化，单独控制影像的柔和程度。

少数对球面像差校正不足的柔焦镜头，配有可更换的多孔的孔径盘(参见图 2.28)。每一圆盘都会使像点由实心(中心孔径)和围绕实心的重叠小光斑组成，形成光晕效果。更换圆盘可以产生不同的效果。这种系统的一个缺点与反射型镜头的相类似，即物体的每一明亮、模糊的高光点都会变成镜头前端圆盘的形状——中心光斑周围环绕着较小的光斑。每一圆盘都标有“等效 f 系数”，供曝光时参考。

柔焦镜头适宜在实际拍摄光圈下进行聚焦。如果可能的话，使用普通的毛玻璃聚焦屏可以观看到准确的柔焦效果；单镜头反光照相机手动聚焦的辅助裂像屏和自动聚焦方式则不具备这样的功能。这里，可以运用照相机手动或光圈优先模式下的通过镜头测光系统，确定曝光量。

使用柔光镜(漫射附件)加在普通镜头前面，也能够产生表面上与柔焦镜头相似的结果。(精细蚀刻的“防牛顿环”透明膜片最为便宜。)但是，仔细比较柔光镜和柔焦镜头的拍摄结果，还是不难看出后者更为精妙。此外，还有一种供选择的技术，即用普通镜头在反转胶片上拍照，然后将柔焦镜头或柔光镜装到放大机上并在反转相纸(比如气巴克罗姆[4])上放大。但是，由于这些镜头只会使阴影区域发散，而高光区域并不发散，从而会得到十分不同的大气效果，所以这种方法不适用于负片的印片。

4 译注：商品名，银染料漂白法彩色感光材料。

微距镜头

微距镜头的像差校正结果，可以在被摄体相对较近时得到最佳的成像质量，其焦距通常是标准的或者略长于它所涵盖的画幅(例如，35 毫米照相机微距镜头的焦距通常为 50 毫米或 100 毫米)。鉴于设计上的原因，这种镜头的最大光圈相对较小，比如 f/ 3.5 或 f/ 4。但是，光圈往往能够收缩到 f/ 32。较小的光圈有助于改善近距离拍摄时所得到的浅景深。

大多数 35 毫米照相机和卷片照相机的微距镜头都具有延伸聚焦的镜头筒，因此可以从无穷远处进行连续调焦，直至获得放大倍率 ×0.5 倍的影像(半幅尺寸)。如图 2.29 所示，调焦环上有一排额外的微距数值刻度，一般从 10 到 2。这对于精确的记录摄影十分有用，对于确定的被摄体尺寸，借助刻度提示的数字，就可以准确计算出影像的放大倍率并标注在最后的照片上。此外，还可以运用刻度预先确定好放大倍率，然后前后移动照相机，直到获得影像清晰为止。

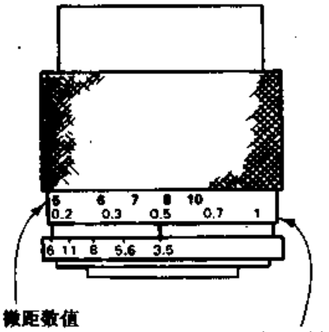


图 2.29 微距镜头在聚焦刻度上还有一行相对于放大倍率的额外的微距数值。微距数值的倒数就是将在胶片上得到的被摄体的放大倍率。

当然，如果在镜头与照相机机身之间附加接圈或皮腔，则微距镜头还能够聚焦更近的物体。但是，倘若放大倍率大于 ×2.0 倍，则成像质量就会逐渐下降，因为此时已超出了像差校正的界限。为了获得最佳的影像质量结果，还可以换用更昂贵的“真正”微距(或微距短筒)镜头，这种镜头每只仅对某一特定的放大倍率进行像差校正(例如，×5 倍，×10 倍等等)。由于使用这种镜头时必须借助于可调试皮腔，所以镜头自身并没有聚焦机构。科学和博物学摄影师常常使用这些成套的真正微距镜头，并且像更换显微镜目镜那样运用这些镜头。

近摄时，由于运用了延长镜头到胶片间距离的方式，所以人们始终认为通过镜头测光是测量曝光量的最准确方法。如果使用独立的测光表或非专用闪光灯，则它们不能自动地考虑影像亮度大幅度变暗的问题。使用独立的闪光测光表，并以摄影室闪光灯作为光源进行拍摄时，极易忽视这一点。

变距镜附件

摄影者还可以购置多片透镜结构的变距镜，附加在主镜头上以变换其焦距。最常见的类型就是远摄变距镜，它主要包含发散透镜单元，并且是为装卡在特定照相机的长焦距镜头后面而设计的。最典型的例子就是可使原镜头焦距加倍的 ×2 倍远摄变距镜，由于它可以对像差重新进行校正，所以能够保持原镜头的影像特性；但是，它也会使光圈缩减两挡。如果变距镜是与调至微距方式的变焦

镜头一起使用的话,那么原先的放大倍率也会加倍。与此类似,×1.4倍变距镜就是用1.4去乘焦距、微距放大倍率和f系数(换句话说,即光圈缩减1挡)。远摄变距镜通常是为特定35毫米画幅照相机的300毫米以上镜头或者相当的变焦镜头而设计的,它可以有效地使一只镜头变成两只镜头。但是,不要混用不同品牌的变距镜和镜头,而且注意变距镜并不是"万能"的。

有些变距镜是为附加在标准镜头前端而设计的,它们复合在一起则形成较短焦距的倒置远摄镜头,既可以保持镜头至胶片的距离不发生变化,又可以获得广阔的视角。典型的广角变距镜能够将50毫米镜头变换为30毫米,或者将35毫米镜头变换为21毫米。但是,变换后镜头的成像质量往往都有所下降,无法与经过全面像差校正的相同焦距广角镜头相比。这种现象只对于标准视角镜头变换为鱼眼镜头而设计的某些附加前端变距镜是个例外(参见"鱼眼镜头"一节)。

另一类完全不同的变距镜是装接在镜头与照相机机身之间的,

图2.30 35毫米规格镜头系列的技术性能。请注意广角和变焦类镜头的结构比较复杂;长焦距镜头无法对近处物体聚焦(微距镜头除外)。类似地,远摄镜头的尺寸随焦距的增加而迅速增加,并且大都质量重、价格高。

焦距和最大孔径		结构(组/片)	视角(°)	最小f值	最近调焦距离(m)	尺寸:直径×长度(毫米)
广角镜头						
13mm	f/5.6	12-16	118°	22	0.3	115×99
18mm	f/3.5	10-11	100°	22	0.25	75×72
20mm	f/2.8	9-12	94°	22	0.25	65×54
24mm	f/2.8	9-9	84°	22	0.3	63×57
标准镜头						
50mm	f/1.2	6-7	46°	16	0.5	68×59
50mm	f/1.8	5-6	46°	22	0.6	63×36
远摄镜头						
105mm	f/1.8	5-5	23°	22	1	78×88
200mm	f/2	8-10	12°	22	2.5	138×222
300mm	f/2.8	7-10	8°	32	2	123×247
600mm	f/4	7-9	4°	32	5	176×256
1000mm	f/11	8-9	2°	32	14	134×577
反射镜头						
500mm	f/11	6-6	5°	-	1.5	89×116
1000mm	f/11	5-5	2°	-	8	119×241
变焦镜头						
17-35mm	f/3.5	12-15	103-62°	22	0.3	82×90
28-85mm	f/3.5/4.5	11-15	74-28°	22	0.8	67×97
35-135mm	f/3.5/4.5	14-15	62-18°	22	0.4	68×112
80-400mm	f/4.5/5.6	10-16	30-6°	32	2.5	76×200
鱼眼镜头						
6mm	f/2.8	9-12	220°	22	0.25	236×171
16mm	f/2.8	5-8	180°	22	0.3	63×66
微距镜头						
105mm	f/2.8	9-10	23°	32	0.11	66×91

它既适合于手动聚焦镜头，也适合于自动聚焦镜头，只是后者的自动聚焦驱动装置必须包含在机身之中，并且使镜头设定于无限远聚焦点。照相机的自动聚焦结构会考虑到变距镜的存在与作用，并快速移动内部的聚焦透镜直至获得清晰影像。其结果仍是全自动聚焦系统。

影响影像清晰度的因素

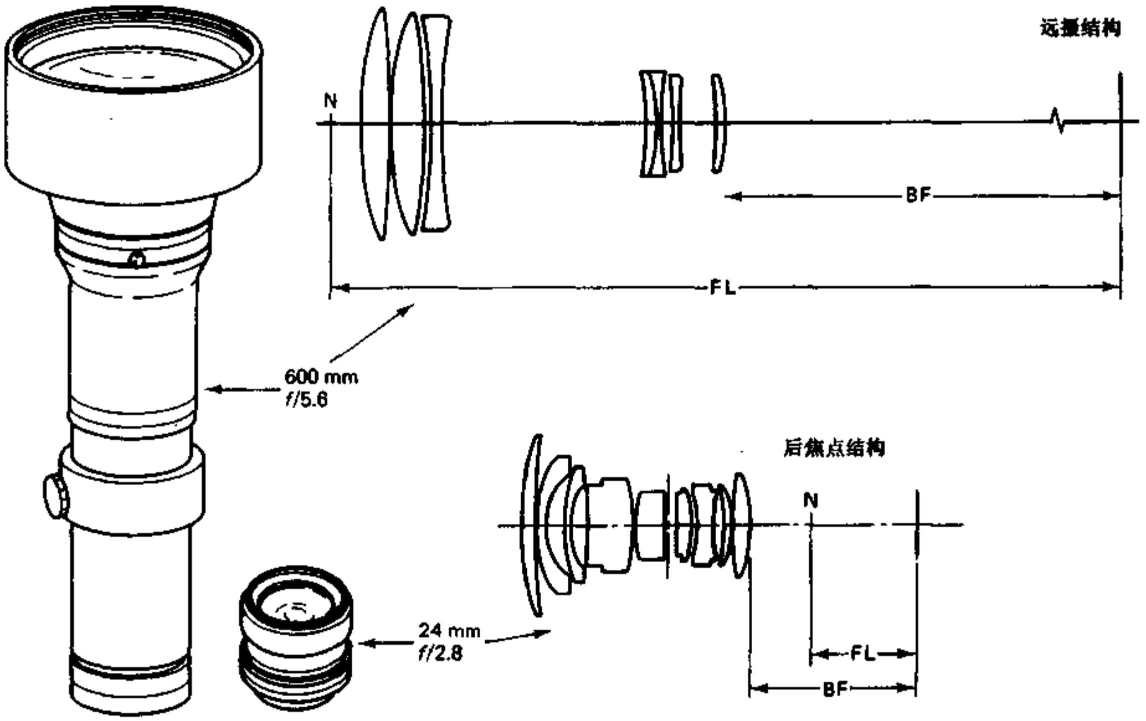
可靠的镜头质量固然非常重要，但是为了使成品照片获得最好的清晰度，下述的每一关键方面都必须满足一定的要求。下面列出了影响影像细节的所有主要因素：

图 2.31 镜头的体积和重量随焦距的增加而增加。虽然，远摄结构与后焦点倒置远摄结构并没有多大差异，但是后发散透镜会使远摄镜头的焦距大于其后焦距，而前发散透镜的后焦点结构则会使镜头的焦距小于后焦距。此外，图中较大的远摄镜头的焦距是广角镜头焦距的 25 倍。

1. 镜头质量。使用所能负担得起的最高质量的先进镜头，涵盖力必须等于或超过照相机的画幅，像差校正必须适合一般的拍摄距离。为了使散射光降至最低程度，镜头还应该是多层镀膜的。

2. 镜头状态。不要使用具有划痕、油污、灰尘、冷凝水雾或透镜不合轴(例如，人为损坏)的镜头，也不要使用劣质的滤光镜、变距镜和近摄镜。

3. 照相机。焦点必须完全准确地会聚在胶片上，谨防未经鉴



定的聚焦屏以及自动聚焦的误差。不要过度运用移动调整(特别是机背取景照相机的移动调整，会使画幅极度偏离主光轴)。有些照相机在镜头竖立指向时，其聚焦或变焦机构会出现滑动现象。机械故障还包括单镜头反光照相机反光镜动作时引起的振动、快门的颤动以及快门未完全复位胶片即开始卷片等。

4. 拍摄环境。拍摄环境中可能会包含尘埃、热空气的波动、大气层中的污染、含水的微粒等等。要避免通过透明的玻璃窗进行拍摄，使用长焦距镜头时尤其如此。曝光期间应防止照相机或被摄体的振动或移动。

5. 感光材料。影响因素包括分辨精微细节的能力、感光度、颗粒度和乳剂厚度，曝光和显影的程度，以及显影液的类型。

6. 放大。影响因素包括影像放大倍率、光源类型、放大镜头的质量和状态、底片夹中胶片的平整度和聚焦的准确度、曝光期间的移动、放大相纸的反差和表面结构。

7. 最后，还有观赏环境方面的条件，特别是照明亮度和观赏距离。

当然，并没有人能够同时控制上述所有这些因素。但是，如果作品具有最佳清晰度是关键所在的话，那么至少应该尝试运用设备和技术，使易犯错误的可能性降至最低。

内容提要

●镜头首先是由具有准确折射率和色散率(阿贝值)的光学玻璃制造的。玻璃应该是无色的，并具有适当的机械性能，诸如韧性和稳定性。

●镜头设计者的工作就是使产品符合某些给定的镜头规范(如焦距、涵盖力、最大孔径、聚焦范围等等)，要求利用不同玻璃制造的复合透镜，通过确定它们的形状和间距达到克服像差的目的。折射率和色散率极其完美地集于一身的新型玻璃材料，非球面成型和透镜移动技术大大地发展了镜头设计领域，但是必须综合考虑最佳性能与经济价格之间的关系。

●镜头的成像品质是基于影像反差和细节的，很难进行简单描述。但是，若以精细照片或者针孔光源作为被摄体，通过比较画幅中央和外部区域的影像质量，则可以对镜头性能进行测试。生产厂家给出的调制传递函数曲线，描绘了某一特定空间频率(线对/毫米)下镜头像场中的位置(离轴毫米数值)与调制度百分数之间的对应关系。

●在镜头调制传递函数(MTF)曲线上可以看到涵盖力扩展——

覆盖画幅的情况，还可以看到收缩光圈、近摄、移动调整、使用大胶片以及降低影像标准时，性能变化的情况。MTF 曲线通常是针对 40 线对/毫米(对应于 35 毫米画幅)，20 线对/毫米(对应于大画幅)和 10 线对/毫米而绘制的。实际中，它在很大程度上还依赖于所用的胶片以及最后的影像观赏距离。

●另外一种不同类型的 MTF 曲线，它针对画幅中一个给定位置点(例如主轴上点)，描绘了大范围空间频率与百分比调制度之间的关系。在已知记录介质的空间频率范围，对镜头进行相互比较这种曲线非常有用。

●购置镜头时，应该仔细阅读生产厂家的技术说明书，并与摄影报刊中的评论文章进行比较。焦距和最大孔径往往是最重要的数据，但是它并不能保证像差校正和结构设计是否适合某项具体工作。此外，镜头还应具有足够的涵盖力、适当的质量和体积。购置镜头前，要仔细检查镜头外观质量及其光学性能，即使是同一生产厂家按照同一个产品质量检测标准生产的镜头，其产品质量仍有好次之分。

●变焦镜头通过移动其内部透镜来达到改变焦距和调整像差校正的目的，并且这种移动不会引起焦点的变化。但是，如果使用独立的测光表或闪光灯，可变光圈的变焦镜头则不能获得准确的曝光量。不同镜头的影像水准可能变化很大，最好镜头(通常具有更为有限的变焦范围)的成像质量会是非常出色的。

●反射(折反射)型长焦距镜头，结构紧凑、质量较轻、便于携带。但是，其固定的孔径往往会限制照相机自动曝光功能的运用，并且焦点失调的高光点具有一种确定的形状。

●鱼眼镜头——具有曲线畸变的超广角镜头，产生的结果非常不同于人的视觉。适度地应用鱼眼镜头能够获得引人注目的效果，记录宽阔的环境，产生极大的景深。鱼眼镜头的滤光镜和滤光片都是装在其内部的。

●柔焦镜头与焦点失调和一般的柔光镜相比，可以对影像细节进行更微妙地抑制。柔焦镜头通过可调透镜的内部移动、变换穿孔的圆盘或收缩光圈，精细控制柔焦效果。使用柔焦镜头时应该在拍摄光圈下调焦和取景。柔焦镜头可使正像的高光区域发散；当它用于放大负片时，可使阴影区域发散。

●微距镜头的像差校正可使近距离物体的成像质量最佳。大多数微距镜头都具有延伸聚焦调整的功能和放大倍率(倒数)值的标尺。对于距离更近的专业拍摄工作，可以使用皮腔和“真正”的微距镜头，其每只镜头都是为某一窄段距离而专门设计的。注意，除非使用通过镜头式测光系统，否则要重新计算曝光量。

●为相同品牌的基本镜头而设计的优质远摄变距镜，可以适当的价格得到更长的焦距选择而又不会损失成像质量，但是镜头孔径会缩小。其它类型的镜头变换附件还可以将标准镜头变换成广角或鱼眼镜头，或者使手动镜头变成自动聚焦镜头。不要混用不同品牌的变距镜和镜头，而且注意变距镜并不是“万能”的。

●影响影像清晰度的主要因素有镜头的质量和状态、照相机的机械精度、移动调整、被摄体和照明、感光材料特性及其曝光与冲洗、放大和成品照片观赏条件。

3

照相设备

本章主要涉及在购置和使用照相设备时所必须考虑的一些实际问题，至于照相机工作原理的内容已包括在《基础摄影教程》(中国摄影出版社，1998 年中译本)一书中。此外，在照相机的说明书中也有详细解释各种按钮控制作用的内容。这里仅做一般的概括性介绍，比较各种画幅照相机的优缺点，并着重介绍使用这些照相机完成不同摄影工作时避免技术失误的方法。本章还将介绍各种专用照相机，从航空照相机到水下照相机，从全景照相机到立体照相机，最后介绍一些对于高级摄影非常有用的附件。

一般性问题

作为一名严肃的摄影者，与其购买一架照相机，不如购置一套照相设备。至于像选择照相机的画幅规格，甚至包括照相机的结构类型等，尽管这些决定主要取决于个人的意愿，但仍然是一件非常重要的事情，因为它会制约摄影者的工作方式。

35 毫米照相机

35 毫米照相机大概最能体现货币的价值，因为其价格竞争最为激烈。使用这种规格的设备意味着一只小型摄影包就能够携带几乎全部的器材。在镜头和附件方面，35 毫米照相机具有极大的选择范围，而且整个系统可以体现最新的技术发展。由于 35 毫米照相机的巨大销售市场主要是面向业余爱好者，所以这是一个日新月异的时髦消费领域，照相机型号的更新相当快并且功能非常齐全。

但是，生产厂家之间这种追求“华而不实的点缀”式的竞争往往会不利于摄影者改进自己的摄影技术。

过多的控制按钮或者相反——完全自动化，对于严肃认真的摄影工作都是无益的。众多的功能选择和取景屏上眼花缭乱的信号会使人感到不便，甚至导致摄影者的操作错误，比如选择失误或者在快速拍摄的关键瞬间分散了注意力等。高级业余爱好者或者专业工作者所用的任何照相机都必须具有完全手动控制的功能。为了准确获得期望的结果，包括选定的各种效果，拍摄者尤其需要具有利用个人经验驾驭设备的自信心。

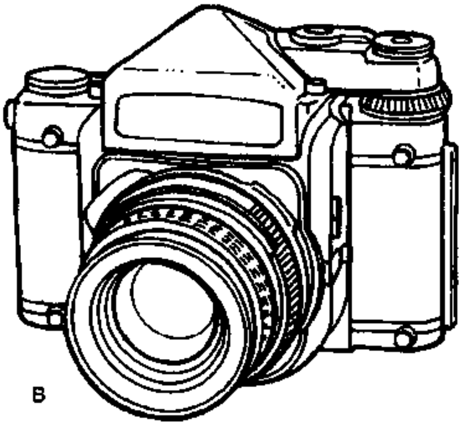
对于快速的抓拍摄影，包括必须将照相机高举过头顶拍摄熙攘人群的场合，可以考虑使用全自动照相机。但是，这种照相机的智能程度往往比较肤浅。例如，在明亮的照明条件下，全自动照相机总是选择获得最大景深效果的程序，并且非常容易对不正确的被摄体部位进行聚焦和测光。更糟糕的是为了保证自动机构精确工作(如主要被摄体要位于画幅中央)，可能在开始构图的时刻就会感到不便。因此，对于自动聚焦和TTL曝光测量功能来讲，确实需要更为方便的测量—锁定装置。如果照相机是通过DX编码暗盒自动设定胶片速度的，那么照相机上还必须具有增减曝光量的曝光补偿控制装置。这样，拍摄者就能够有效地设置不同的感光速度，以适应增感、减感以及调整冲洗工艺的需要。对于装有预置光圈镜头的单镜头反光照相机，预视实际景深的收缩光圈按钮也是一项基本的功能。

运用35毫米画幅同运用更大的画幅相比，意味着拍摄者可以使用孔径更大、焦距更短的镜头进行工作。快镜头有利于现场光照明条件下手持照相机进行拍摄；而使用短焦距镜头则可以获得充分的景深，在被摄体距离较近时，这一特点尤为有用。但是必须记住，当其照片放大到8×10英寸以上时，与较大画幅胶片制作的照片相比，就会显现出粗糙的分辨率和色调阶。此外，在暗室工作中还必须格外谨慎，以避免影像上的瑕疵。

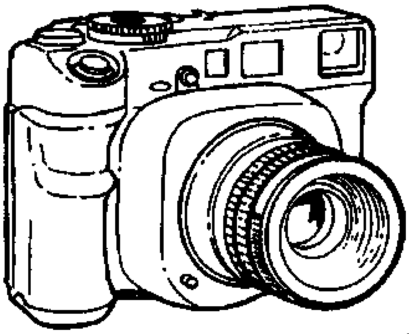
中画幅照相机

使用6.2厘米宽卷片(产生6厘米×6厘米，6厘米×7厘米，4.5厘米×6厘米等画幅)的照相装置，是在操作缓慢和相对固定的大型照相机与成品影像质量较差的35毫米照相机之间的一种较好的折衷选择。这种规格的照相机，销售对象主要是有经验的业余摄影者和专业摄影者，市场相当有限，其外形也趋于保守；并且由于产品数量较少，因此差不多要付出相同质量的35毫米成套器材的两倍价格才能够买到。

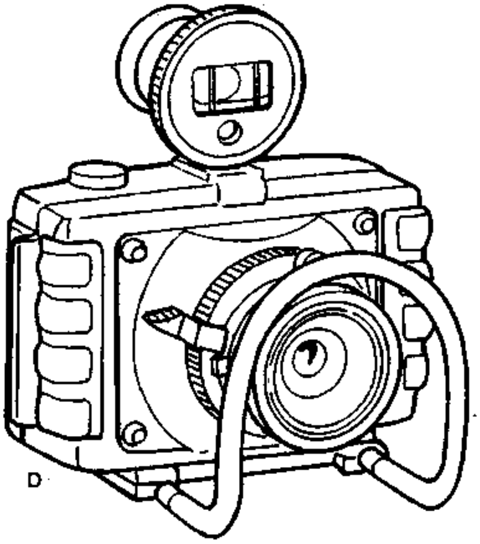
图 3.1　适合普通摄影的一系列中型专业(卷片)照相机。A：6 厘米×7 厘米直视取景类型。B 和 C：6 厘米×7 厘米和 4.5 厘米×6 厘米单镜头反光类型：D：6 厘米×12 厘米广角直视取景照相机。E：6 厘米×6 厘米单镜头反光类型。F：4.5 厘米×6 厘米直视取景自动聚焦照相机。C 和 D 可以使用可拆卸的机背。



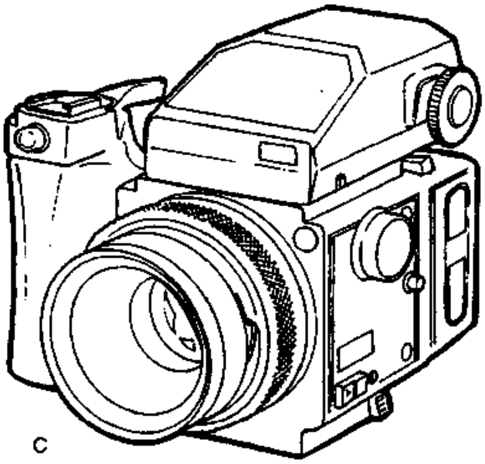
B



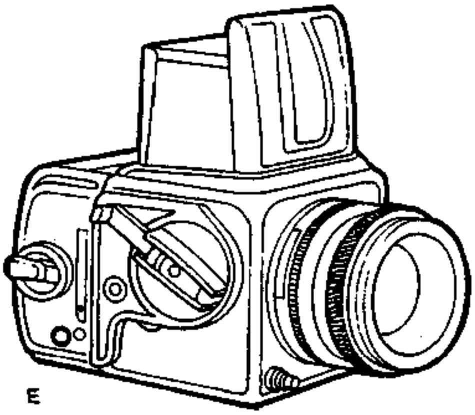
A



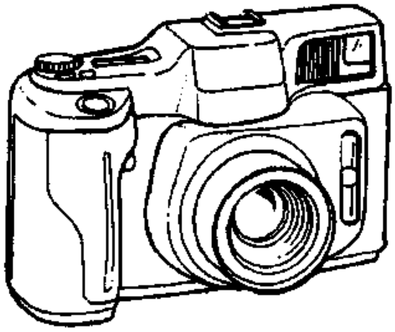
D



C



E



F

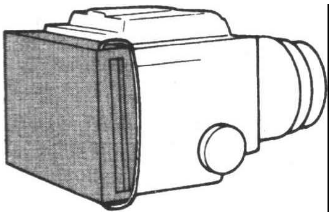
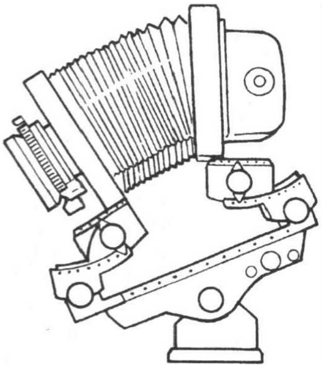


图3.2 一种装在单镜头反光卷片照相机胶片盒位置上，适用于盒装剥离式感光材料的一步成像后背，另参见图3.30。



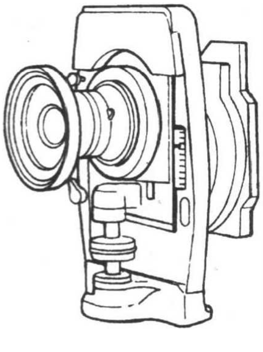


图3.3 具有移位调整功能的中型照相机。上图：按比例缩小的单轨设计，可以适用卷片片盒、一步成像后背和数字后背。下图：用于建筑摄影的无皮腔广角移位照相机，它具有升前和降前调整功能，适用于图3.6所示的卷片后背。

中画幅照相机的体积并不大，足以手持进行拍摄并应付运动的被摄体。拍摄者可以选用腰平或眼平类型的很多种照相机，实际上它们都是一系列直视取景类型及反光类型的照相机(参见图3.1)。现在，移位照相机和单轨机背取景照相机也有中型画幅的产品(参见图3.3)。由于卷片的画面尺寸在35毫米画面面积的3~5倍之间，所以拍摄后仍可进行剪裁处理，即使冲洗和印制(或复制)部分画面，也不会过多地损失影像质量。这种规格的单镜头反光照相机具有相当大的聚焦屏，对于必须严格设计构图布局的重要拍摄工作，还可以贴附绘制的轮廓图。

大多数单镜头反光照相机都具有非常重要的可更换后背。摄影者在使用一个后背拍摄时，助手可以迅速地倒空并重装另一个后背，从而能进行快速的连续拍摄。此外，利用后背还可以使摄影者在预先准备好的几种不同类型的胶片上拍摄同一个场景。正是这种装置允许摄影者在拍摄期间的任何时候为了直观地检查照明或曝光效果，而更换成一步成像(剥离式)后背，见图3.2。很多专业型的卷片照相机还可以更换为数字后背。

另一方面，如果你习惯使用35毫米照相机，并以较长焦距的镜头获取较浅的景深，那么通常对于中型照相机会不适应，近摄时尤为如此。中画幅照相机的镜头和35毫米照相机等效的镜头相比，其最大孔径也通常小一或二挡(对于标准镜头，典型值为f/ 2.8或f/ 4)。胶片则更局限于120卷片的范围，感光乳剂侧重于专业型而不是业余型。

近来所出现的使用小画幅尺寸照相设备的趋势是由下列因素引起的：(a)卤化银感光乳剂在影像解像力方面有了非常大的改进；(b)具有复杂和昂贵电荷耦合光敏器件(CCD)的数字机背的日益迅速推广。因此，按比例缩小的单轨机背取景照相机以及移位照相机，现在理所当然地都有了中型画幅的产品，并且可以配接所有专用的后背和镜头，(见图3.3)。

大画幅机背取景系统

4×5英寸及以上画幅的很多式样照相机都属于这一范畴。使用这种更为专业的设备进行拍摄，需要更为精心的准备工作和更为深入地研究被摄体。有几款这类照相机的设计可供选择，这些照相机和镜头都非常昂贵，尤其是8×10英寸规格的。除非另外购置价格不菲的附件，否则这种照相机大都根本不具备电子辅助功能。因此，就要使用单独的手持式测光表并计算皮腔延伸所造成的曝光增量等等；而对于其它类型的照相机，这些都是通过镜头式测光系统(TTL)所处理和完成的工作。

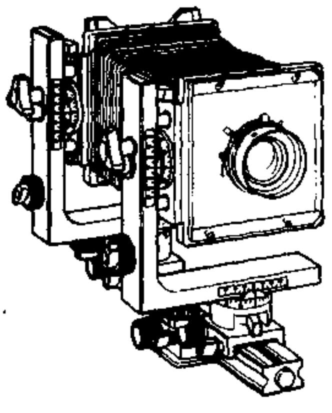


图 3.4 典型组合结构的 4×5 英寸单轨照相机。

为了从大画幅摄影中学到更多东西，就要了解和充分利用照相机移动调整所提供的丰富功能(参见《基础摄影教程》第 6 章)。这其中的某些功能会有助于改善比用中画幅照相机镜头还浅的景深。除此以外，大概只有指望缩小光圈了，并且因此而需要更多的照明光线或更长的曝光时间。尽管镜头最大孔径平均大约为 f/ 4.5 ~ f/ 5.6，可能也要比大多数 35 毫米照相机镜头的小三至四挡。

另一方面，可能期望机背取景照相机镜头与总是定位于胶片静点的镜头相比具有更为宽大的像圈(即实际拍摄的画面取景范围)。例如，为 4×5 英寸照相机设计的一只不错的 180 毫米标准视角镜头，在聚焦无穷远处且光圈收缩到 f/ 22 时，会得到直径大约为 300 毫米的像圈，并且仍具有可以接受的影像质量。这就意味着可以移动或摆动镜头，在发现任一角落处的影像质量下降之前，如果升前、移前和摆前作用需要的话，可使镜头光轴的离轴距离大于 70 毫米。再比如说，一架具有延伸调整功能的单轨机背取景照相机，却使用了一只仅能勉强涵盖画幅的廉价镜头，还决不是一个经济合理的购置方案。

大型照相机是逐张拍摄的基本装置，也可以安装卷片片盒并允许使用较小的胶片(见图 3.6)，但多数时候仍然是使用随后可单独冲洗的单张的页片胶片。在进行大尺寸放大时，影像解像力和影调的质量仍会优于中型画幅的结果。虽然，通用页片胶片的应用范围也有一定局限，但还是发展了一些卷片所不具备的有趣的特殊感光材料(例如，线条、高反差和盲色增感乳剂)。可以记录大画幅影像的数字后背仍然是非常昂贵的装置。

使用机背取景照相机上相对较大的聚焦屏进行工作，就像是面对一台上下颠倒的彩色电视机。这种设备能够比任何其它较小型的照相机更接近摄影的光学技巧方面，但是你必须明白正在做什么。此外，需要知道，4×5 英寸照相机和两只好镜头的价值，可能比三只镜头一套的专业质量的 35 毫米器材的二倍还要高。

图 3.5 四种机背取景照相机广角镜头数据一览表。L 形图形中的数字表示镜头在具有良好涵盖量的前提下，光轴(相对于胶片的短边和长边)离轴移动距离的数值（mm）。表中数字适用于对无穷远处聚焦的被摄体。可以看出，经过高度校正的 f/4.5,90mm 镜头远优于 f/6.8, 90mm 的镜头，但是其价格比后者的二倍还要高。

镜头	90mm, f/4.5		90mm, f/6.8		155mm, f/6.8		200mm, f/6.8	
像圈直径与孔径 (mm)	f/11	f/22	f/11	f/22	f/11	f/22	f/11	f/22
	232	236	213	221	369	382	475	495
底片：4×5 英寸	↑51 →46	↑54 →48	↑40 →35	↑45 →40	↑126 →118	↑133 →125		
5×7 英寸	↑18 →14	↑21 →16	↑4 →3	↑10 →7	↑103 →89	↑111 →96		
8×10 英寸					↑41 →34	↑50 →42	↑106 →94	↑118 →105

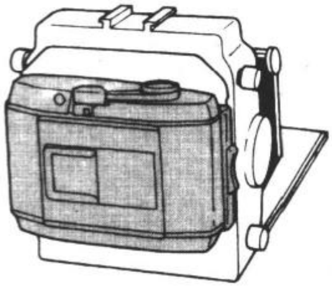


图3.6 装有卷片后背的4英寸×5英寸机背取景式照相机。

哪种类型的最好

毫无疑问，没有适合所有摄影工作的照相机，只是有些方案可以提供两种画幅的选择。例如：附带35毫米后背的120卷片照相机，4×5英寸照相机加卷片后背，或者8×10英寸照相机具有向下转换至4×5英寸的功能。但是，这种折衷方案的结果往往并不能令人满意。比如对于较小画幅的拍摄，要么会觉得镜头的焦距太长，要么会觉得照相机过于笨重。因此，很多摄影师会选择两套照相器材。例如，小画幅的和中画幅的，或者中画幅的和大画幅的。摄影者装备两套照相器材意味着可以在很多拍摄题材范围内，充分发挥它们各自的长处，而把所特有缺陷的影响降至最低。采取这种策略时，接下来就要选择照相机的结构，反射结构、直视取景结构还是单轨结构(如果有用的话)，以及选择最合适的配套镜头。

在价格方面，对于任何一种类型的照相机，可能都会发现在最便宜和最昂贵的型号之间常常会相差二三倍（35毫米器材会差6～8倍）。有时，这种额外的价格可能是由于机身应用了最新的技术而具有某些优异性能，或者是由于加工精密而且表面光洁，并采用了大量不易磨损的部件。就像手工装配的汽车，那种坚固耐久的精密度和稳定性只有剖开内部探查才能了解，而在表面上是不会真正看到的。

避免照相机故障

即使对于最精制的照相机，就其本质来说也不过是台机器，使用者也仅仅是人，因此不可避免地会经常出现故障。每个摄影者大概都会有失去拍摄机会和损失照片的经历。关键问题是要制定出安全措施并养成习惯，尤其是应该养成在拍摄前和拍摄中检查设备的习惯，以把风险降至最低。一般情况下，仅仅由于照相机使用上的失误，并不会彻底丧失一次拍摄任务。下面介绍一些典型的故障以及预防的措施。

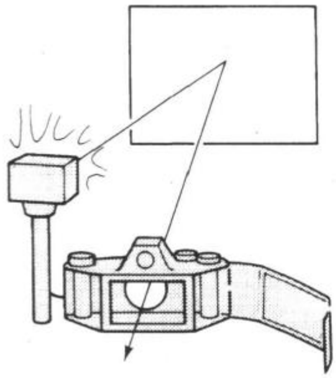


图3.7 闪光灯同步测试，参见正文。

生疏设备的误操作：使用租借或新购置的照相机和镜头时，最容易发生这种问题。在使用这些设备进行重要的拍摄任务之前，应该实际拍摄并冲洗一卷测试性的胶片，以此方式验证一切复杂和陌生的东西。

预置光圈收缩时的故障：这种问题仅在使用单镜头反光照相机镜头进行拍摄时才会发生，通常是叶片粘滞或弹簧折断造成的，其结果是不同程度的曝光过度(除非设置最大光圈)。安装胶片之前，进行一次快速的预先校验。设置一挡较小的光圈和较低的快门速

度，然后打开照相机后盖，在按下快门按钮时从后面观察光圈是否收缩。

快门启闭故障：结果是没有影像，或者形成灰雾和严重曝光过度。这种故障常常伴随有照相机机械方面的异常声音，也可以利用从空照相机的后面进行观察的方法，或者采用在一步成像胶片上进行试验性曝光的方法判断故障。

使用闪光灯拍摄：无影像(或者只有现场光造成的模糊影像)；或者在使用焦平面快门照相机时，闪光曝光正确的画面只占整个画幅的一半或四分之一。这种故障是闪光与快门速度不同步造成的(例如，使用高速峰值的电子闪光灯和很短快门速度的焦平面快门就会造成半画幅的结果)。使用具有老式 X/ M（或 X/ FP）同步转换开关照相机的摄影者更要谨慎。如果把电子闪光灯设置在 M 或 FP 闪光泡状态，则闪光会在快门打开之前就熄灭了，无论选择哪挡速度、使用什么镜头、是否焦平面类型快门都是如此。这种错误最容易发生在具有热靴的照相机上，其同步选择开关往往隐藏在机身的某个地方，预先检验的方法是将闪光灯和开足光圈的照相机对准位于黯淡照明区域的白色表面，在快门开启时通过打开后盖的照相机应该短暂地看到整个画幅区域呈白色。

电池乏力或耗竭：使得照相机测光表工作不稳定或者根本不工作。这很可能是照相机的电子计时快门或其它电路故障引起的。在拍摄前的准备工作中，一定要按下电池状态按钮进行检查；还应该携带备用电池，其它备用器材中还应包括一只单独的手持式测光表。很显然，即使是电池出现故障，仍至少有一挡(机械驱动的)快门可以使用的机身具有明显的优势。

机构卡死：单镜头反光照相机整个装置锁住，此时通常反光镜抬起。有些照相机具有复位杆或(中画幅照相机)有一些可以够到的螺钉，使用小改锥拧动这些螺钉即可释放机械装置。最好的预防措施就是携带备用机身。

重复拍摄：即在已曝光的胶片上再次拍摄。这种现象最可能发生在 35 毫米、70 毫米和页片胶片上，而已曝光的正规卷片则会缠绕到一个新轴上，其背纸上会标有“已曝光”的字样。应该采用严格的安全措施。已曝光的 35 毫米胶片总是绕到另一端的或者让其完全回绕进暗盒里。曝光以后，每个页片胶片盒遮光板必须是黑盖朝外重新插入的。密封的 70 毫米暗盒和所有影片盒装的散装胶片均贴有标记胶带。

35 毫米胶片没有正确安装：装片时出现这种问题，摄影者往往并不知道，所以两次曝光之间并未卷过一张胶片。应该养成警觉的习惯，拍摄两三张后，要注意照相机的倒片纽(或其它等效的可

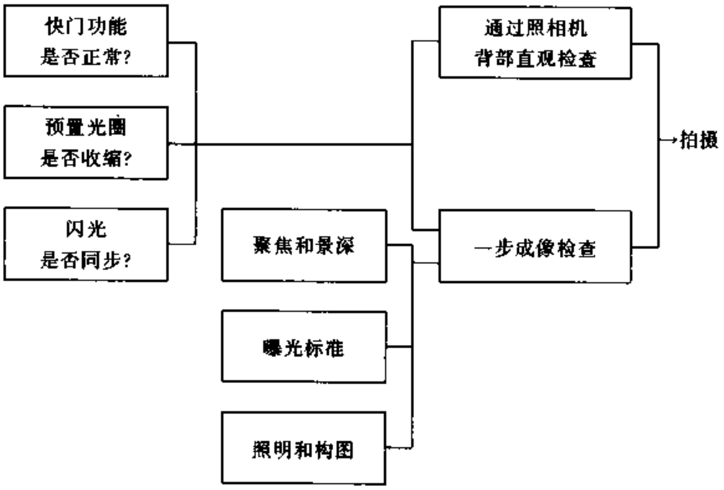


图 3.8　预拍摄技术检验。一步成像照片会为你提供最多的信息。

以说明问题的装置)是否转动，以证明胶片在照相机内是否真正输送。具有自动装片装置的照相机很难受到这种问题的损害。

焦点未对准：原因是使用自动聚焦照相机时距离被摄体太近。要训练并习惯于从远处判断最近对焦距离。比如说，要熟悉这一距离下人的头部在取景器中所得到的特定尺寸。

软焦点和照相机的整个电子系统失常，有时是由于镜头和内部装置冷凝所造成的。如果冷凝发生在直视取景照相机镜头的内玻璃表面，则在看到最后结果之前是无法察觉到的。除非设备具有包装并且能够逐渐使其达到环境温度，否则应该避免将冰凉的设备直接拿到温暖、潮湿的空气中。

部分画面被遮挡：通常是由于镜头的前面存在异物(如拍摄者的手指、照相机的背带、镜头遮光罩或滤光镜框架相对于镜头的视角来说太小，等等)，对于直视取景照相机尤其如此。另一方面，异物可能位于镜头和胶片之间(卷片密封片头的一部分落入照相机，运用移位调整的机背取景照相机的扭弯的皮腔，或者单镜头反光照相机的反光镜没有完全抬起)。安装胶片时，总是应该扫视一下镜头后面的空间。使用口径正确的遮光罩会降低异物进入镜头前端的风险。

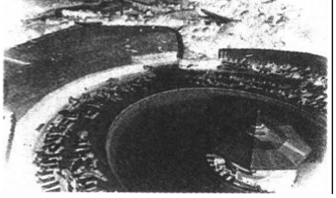


图 3.9　用装有标准镜头遮光罩的广角镜头拍摄的底片。光圈收缩得越小，这种四角被裁去的现象就会越明显。

回忆一下一步成像后背的重要性，它可以进一步直观地证实镜头和机身工作是否正常，以及可以在拍摄中随时检验照明、曝光和构图的效果。为了保险起见，有些专业摄影师习惯于在每次任务的开始和结束时都各拍摄一张一步成像照片。此外，另携带一套照相机(例如，一套 35 毫米单镜头反光照相机)作为应急备用也是一个好办法。

专用照相机

任何一种专业化的照相机，其优点就是设计者可以优化一切，从镜头、机身到各种控制部件，以适应已知的有限使用条件。但是，专用也意味着减小了市场，因此这些器材会比普通照相机更昂贵和更少通用性。

航空照相机

大多数小画幅和中画幅照相机都可以胜任航空摄影的工作。但是，对于在直升飞机和固定翼飞机上的重要摄影任务来说，选择为航空摄影专门设计的手持式照相机，工作起来会更方便和更容易。航拍照片可以满足各种需要，比如一般的环境保护、城市规划和建筑报告、考古学记录、交通状况调查和不动产的图示摄影等等。

由于锐利细节的重要性，航空照相机大都拍摄中画幅，而不是小画幅照片。这种照相机使用双排孔的 70 毫米胶片(可以得到 6 厘米宽的画面)，30 米长的卷盘胶片预装在可更换的片盒内。飞机机身上的绳索可以将照相机悬吊在舱门或窗框上面，摄影师可以在舒适的位置并戴着手套进行瞄准和操作。简单的控制手柄粗大结实，机身上装有直视取景器(如图 3. 10 所示)。

航空照相机通常由飞机电路为其提供电源，其中包括快门、卷片器、取景器内的拍摄准备信号等，画幅计数信息也由发光二极管曝光在对应胶片的画幅边上。有些照相机还可以通过音响电路发出各种指令，摄影师依照飞行帽上耳机中听到的信号进行操作。由于航拍工作环境所特有的振动和移动，所以航空照相机大都只有较高的快门速度(例如 1/ 500 秒～1/ 1500 秒)。航拍镜头针对几乎无限远处的被摄主体进行高度的光学校正，通常最大孔径约为 f/ 5. 6。

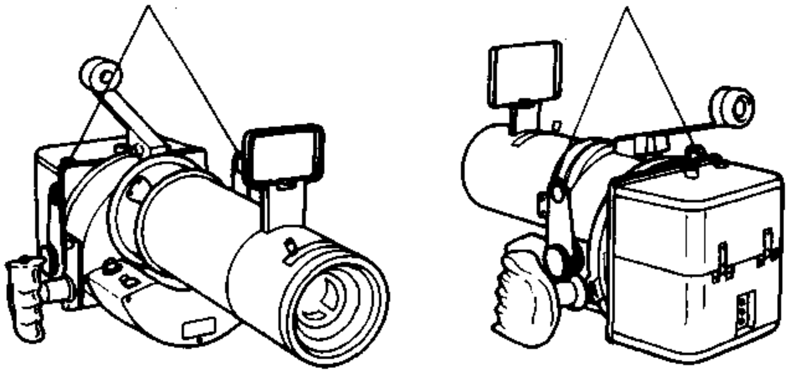


图 3. 10　空一空或空一地摄影通用照相机的前后视图，其通常为绳索悬吊、电源驱动、手持类型。在穿孔的 70 毫米胶片上可以拍摄出 58 毫米×85 毫米的画面，每个片盒中能够容纳 30 米长的胶片。直视取景器目镜中的彩色发光二极管用来显示照相机的工作状态。

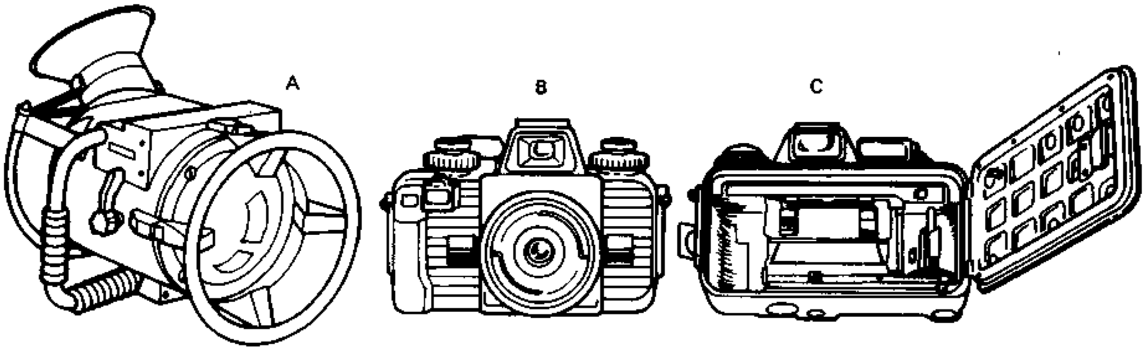


图3.11 水下摄影设备。A：用于6厘米×6厘米单镜头反光照相机的重型护罩，半球形的玻璃窗口由桥型护环保护着。B和C：35毫米防水照相机的水封控制部件和后盖，胶片平面衬托有蜂窝状耐压隔板。

大型航空照相机则是完全不同的，它被专门设计用来绘制地图，使用专门的超宽航空卷片。测量照相机通常安放在大型飞机腹部内的专用底座上，并且靠遥控进行操作。

水下照相机

水下摄影设备的解决方案有两种。一种是体积庞大的防水护罩，里面装有普通的陆地照相机，诸如35毫米或卷片单镜头反光照相机等。护罩外部的大型金属铸造手柄通过连接在主照相机上的连杆控制照相机。这样的重型护罩价格昂贵，但是在直到大约100米的深度下都能够可靠地工作，几乎可以胜任所有水下专业摄影工作。最好的护罩可以让镜头通过半球形的窗口进行观察和拍摄；而平板式窗口则会带来曲线失真、色像差和其它的折射问题。

另一种方案是使用防水的袖珍35毫米直视取景照相机，它们具有专门设计的防水金属机身和防水镜头，并装有(水封的)外形较大的控制部件和取景器。水下照相机的镜头都是(多片多组)复合式的，在物体被水以及胶片被空气分隔开时具有最佳的成像性能。这种照相机的密封经得住直到大约50米深的水下压力，可以适应大多数的水下摄影需求，如近海水域的博物学摄影。(注意：不要与廉价的塑料“娱乐型”照相机相混淆，后者只能用于游泳池的摄影，安全工作深度只有5~8米。)

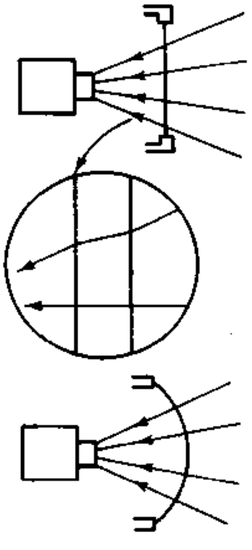


图3.12 水下护罩使用平板玻璃窗口(上图和中图)时，斜射影像的光线是失真的。而半球形窗口(下图)则会使所有光线均与玻璃表面成直角。

首先，一般都认为小型水下照相机的标准镜头焦距为35毫米，而实际上会得到43°的视角。(所有镜头在水中而不是在空气中使用时，视角都会变窄30%。)其次，由于水下缺乏透明度，需要尽量缩短拍摄距离，所以镜头都趋向于较短的焦距而不是较长的焦距。一般地，最大光圈为f/2.8，快门速度可在1/30秒~1/1000秒之间。大多数水下照相机在陆地上都不会得到令人满意的拍摄质量(镜头上调焦距离的刻度也会发生变化)。然而，这种照相机仍允许换用一系列可更换镜头中为非水下环境而设计的镜头，

比如为冲浪和其它海上运动而设计的镜头。

全景照相机

真正的全景照相机(即不是只靠遮挡成窄长画幅的那种)利用绕枢轴转动镜头或整个机身的方法，在曝光期间从某一位置开始扫描场景。同时，以曲面形式安放的胶片通过一狭缝扫掠感光乳剂的正面从而得到曝光(如图 3.13 所示)。其效果就像一个人慢慢转动头部，从一端到另一端彻底观看一个场景。

多数全景照相机都使用 35 毫米胶片,但是却可以得到 2.5:1 的影像比例，即 6 厘米长，标准的 24 毫米高；使用卷片放大机通过遮挡就能够制作照片。这种照相机一般安装 28 毫米镜头，在垂直方向具有预定的 10°视角。但是由于照相机的扫描动作，所以在水平方向具有 180°视角。快门速度可以在 1/15 秒～1/125 秒之间变动。设置为慢挡扫描时，镜头能够以更慢的速度转动(利用这种特性可以压缩或扩展快速运动物体的影像)。

全景影像的透视是独特的。照片中顶部和底部附近的被摄体水平线条呈弯曲状，即分别凸起和凹陷(如图 3.14 所示)。因此，当某个场景以一幢平板似的建筑物为背景时，照片上的建筑物看上去从全景的中间到两端会由大变小。另一方面，对于弯曲的被摄体，比如一长队人坐在中间凹进去的一排椅子上，则反而会被再现为一条直线。(如果希望在最后的照片上抵消掉这种失真，就可以弯曲成中间凹进去的形状，并且在半径的中心处进行观看。例如，对于 30 厘米高的照片，校正的观看距离大约是 35 厘米，这是 28 毫米照相机镜头焦距的 12.5 倍。)

全景照相机赋予了团体、风光和街景照片新的表现力。照片的

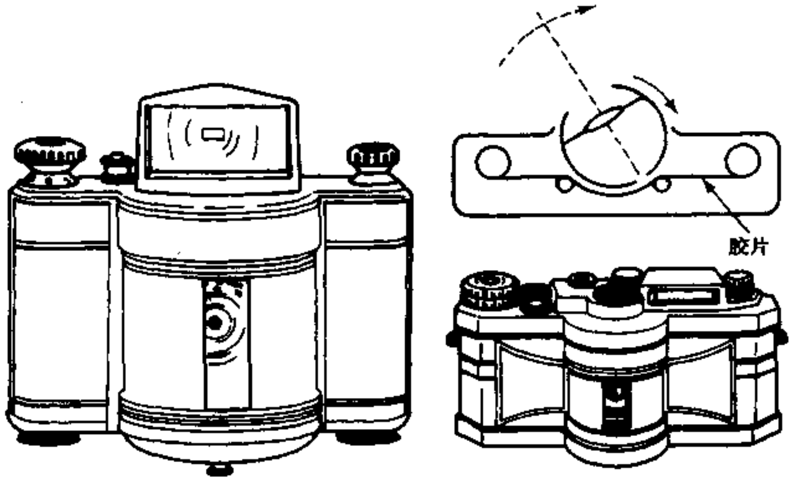
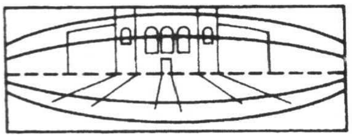
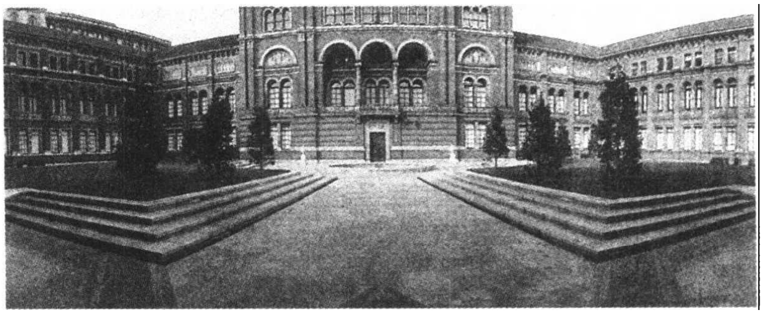


图 3.13　卷片全景照相机(右图)和 35 毫米胶片全景照相机(左图)。如示意图所示，镜头和 35 毫米照相机狭缝构成一个转鼓，可以转动大约 150°～180°(即水平视场为 150°～180°)。

图 3.14 上图为使用35毫米普通照相机和28毫米镜头拍摄的照片。右图是使用35毫米全景照相机和28毫米镜头拍摄的照片。如果上下俯仰全景照相机，形状会大大失真（见右下图），被摄体中水平的平行线条在照片上会再现成两端弯曲靠拢的样子。





比例有趣并引人注目，而且有助于夸张像深度和距离这样的被摄景物内部和外部的性质。除非期望获得某种特殊的效果，否则画面中应该尽量避免在极近的前景中包括过多的细节，要不然就会显露出失真。杂乱的叶、草或天空都是合适的前景，而不要选择汽车或建筑物。全景照相机通常装有180°的直视取景器，可以得到摄影者所关注的“宽银幕”视野。还有少数类型的照相机会得到360°的效果。实际上，这些照相机上并没有取景器；整个照相机在三脚架上转动一周，并要求摄影者迅速低下头，以躲出镜头的垂直视角。制作照片时，可以采用大型放大机，利用常规的遮幅技术分段放大底片。另外一种方法是使用专门的扫描型放大机。在曝光狭缝之下，卷片盒中的相纸位于尺寸板之上的滚筒架中，相纸会跟踪通过底片夹的长底片（如图10.32所示），并以相反的方向移动。用这种方法可以制作10米长的无缝全景照片。

立体成像设备

立体照相机及配套的镜头和连接的快门与光圈，实际上就是两架一组的一对照相机。它们利用了人类用双眼观察三维世界的事实，即两个视点间的不同视差使得前景物体出现在背景不同部分的前面。人们可以在某种程度上接近物体进行观察。例如，竖起拇指

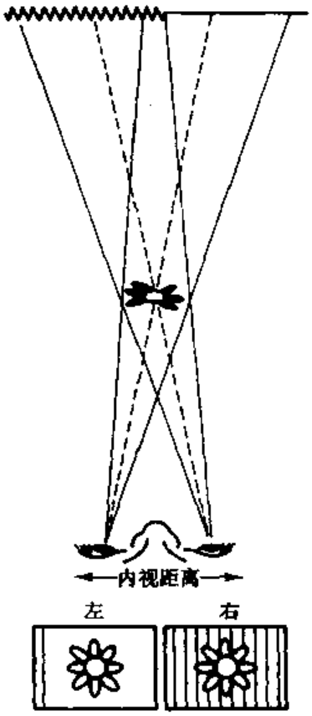


图 3.15 双眼观察。由于两眼之间存在内视距离(ID)，所以人们无论用哪一只眼睛去看一个较近的物体，它都总是位于较远背景不同部分的前面。这就使人们具有了深度和距离的视觉感受。

举到眼前大约 30 厘米远的地方，然后不要移动头部，注意使拇指与远处墙上某一细节相重合，先仅仅使用左眼看，再使用右眼看，发现两眼的视差了吗?这种视差(类似于双镜头反光照相机的问题)就是人们感觉三维空间深度和距离的一种主要途径。(其它的思路往往会在观察者移动头部时导致较近物体相对较远处的物体产生比例、色调、焦点方面的差异或者较大的影像位移。)

立体照相机的两半都具有各自的镜头中心，两者大约相距 65 毫米，这与人类两眼之间的平均距离或内视距离是一致的。同时，这也为两镜头之间的直视取景器留下了空间。立体照片是成对地曝光在 35 毫米胶片上的，每一张均为半格或 24 毫米方形规格。冲洗以后，画幅通常是交替成对排列的(如图 3.17 所示)。另外一个办法就是成对地使用照相机(例如，两架 35 毫米单镜头反光照相机)。这组照相机最好使用并联的电子快线，以同步快门和闪光灯工作或拍摄运动的物体。此外，电动卷片器也是非常有用的部件。

另外一种技术手段是使用立体附加镜，这是一种安装在普通照相机标准镜头前面的反光镜盒。它将平常水平规格的画面分成一对立体的垂直半格画面。附加镜里面，四块正面镀银的反光镜使光线改变方向(如图 3.16C 所示)，所以使拍摄的照片也具有相距 65 毫米的视点。这种附加镜最适合于在单镜头反光照相机上使用，在聚焦屏上可以直接看到成像的效果。使用一个类似结构的手持观片器，或者利用下面将要介绍的投射方法就会看到最后的结果(通常在 35 毫米幻灯片上)是三维立体的。此外，还有一种完全不同的立

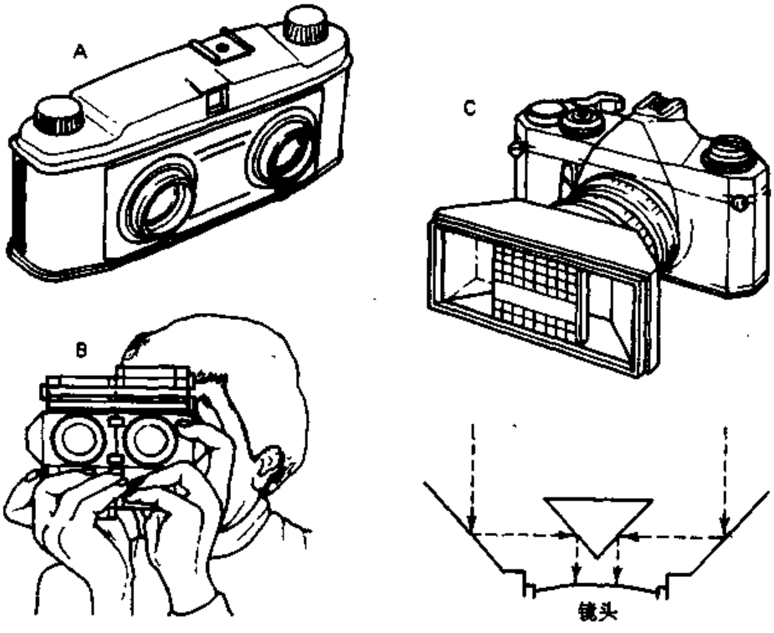


图 3.16 拍摄立体组照的方法。A：35 毫米直视取景照相机，两只镜头间隔 65 毫米。现在已经很少生产这种类型的照相机了。B：联接使用两架普通的单镜头反光照相机，两者的快门装置联锁动作。C：立体附加镜——反光镜盒可以在一张普通 35 毫米规格的画幅上得到两张并排的半格画面，参见图 3.17。

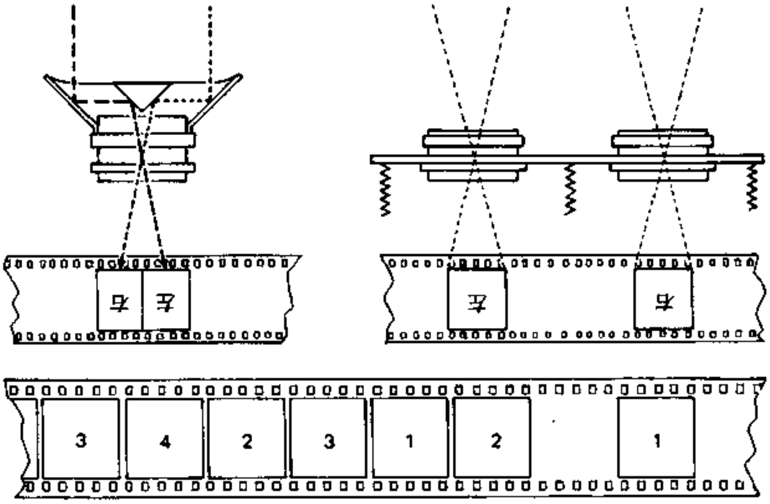


图3.17 35毫米胶片记录立体组照的方式。分光器附件在普通画幅内曝光半幅影像。以正确的方向将照片翻正时，会得到左右对应的正确位置。但是当使用立体照相机拍摄时，会在所记录的两张半幅影像之间留下两张宽的间隙(见右远端图)。为了节省胶片，这一间隙会被另外一组画面填充。每次卷片时，将卷过两张半幅的画面，连环排列的组照如下图所示。

体照片附件，它采用在三脚架和普通照相机之间安装一个滑动托架的方式。这是为拍摄相对静止物体的立体组照而设计的；它在拍摄完一幅全格画面后，迅速将整个照相机移动65毫米，然后拍摄另一幅画面。

观看结果

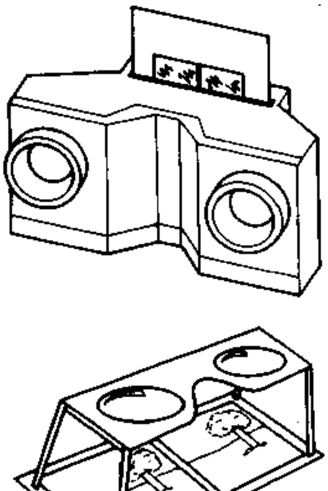


图3.18 立体影像的手持观片器。上图：35毫米半幅幻灯片组的观片器，其结构类似于拍摄时(见图3.16)所采用的反光镜盒。下图：观看中画幅接触照片或透明片的简单装置。

为了使每一组照片(立体照片)看上去就像一单张三维图片(即用左眼和右眼分别能看到对应的左右场景)，对于幻灯片(如图3.18)和照片来说，使用手持观片器确实就可以达到这一目的。另外一种方法是使用两台投影仪来放映幻灯片，在同一屏幕上获得两幅不重合的影像，观众借助特制的眼镜就可以使每只眼睛只看到一幅影像。如图3.19所示，在左右两台投影仪上安装彩色滤光片就能获得这种效果。至于滤光片的颜色则可以在可见光谱内任意挑选两种分离的颜色，比如深绿色和红色。眼镜的颜色必须与投影仪滤光片的颜色相匹配，才能使每只眼睛都看到正确的影像。最后看到的立体结果即使来自彩色幻灯片，但也只能表现为一种单色的影像。替代滤光片的另外一种方案是使用一副线性的偏光镜，并让两台投影仪的偏振方向相互垂直；当然观看的眼镜也要与之匹配。这种方案能够以全彩色的形式显示立体彩色幻灯片，但是屏幕必须具有金属化(镀银)的表面，才能使观众看到的影像光的偏振作用没有发生变化。

此外，利用特殊的视差立体照片(参见图3.20)也是一种显示三维结果的方法。这一方法根本不需要特制的眼镜，并且更适合于批量生产。照片的上表面必须附着一层透明模压塑料制成的柱镜状

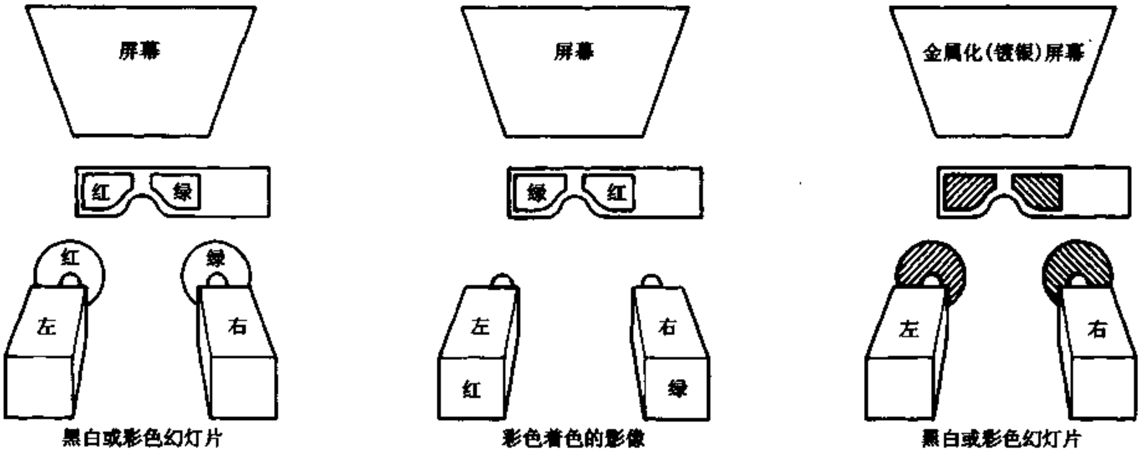


图 3.19 放映立体影像组的方法。由于结果被编码，所以(通过眼镜观看时)每只眼睛只能看到与拍摄时一致的左右方位。左图：在投影仪上安装深色滤光片后，即使放映的幻灯片是彩色的，看到的结果也只是单色的。中图：彩色着色的黑白影像，观看的结果也是单色的。右图：最佳方案，使用极化方向正确的偏振镜和金属化屏幕，能够显示全彩色影像。

屏。其工作原理是柱镜状屏下面的左右侧影像会被分离成交替间隔的窄条，这个过程采用照相制版印刷技术是非常容易完成的。

立体摄影适用于所有需要三维信息的领域，例如测量、培训和教育以及需要简单图示效果的场合。立体摄影也是航空测量摄影的一个重要方面，可以方便地观察建筑物和普通地形之间的相对高度。由于飞行的飞机距其下面被摄主体的距离，几乎总是远远大于双眼间的只有 65 毫米间距所能直接获得立体感觉的距离(这一限度大约为 60 米)，所以这种立体照片应该相应地采用更大的间距进行拍摄。这一点并不难以实现，具体方案是使用单一的一架照相机并相继拍摄两次，两次曝光之间所涉及的时间对应于飞机在某一预定高度上的飞行距离。一般地，这一间距等于地平面上高度的 1/ 50 即可获得与物体相应的三维效果，其结果就像在物体 3 米远的上方

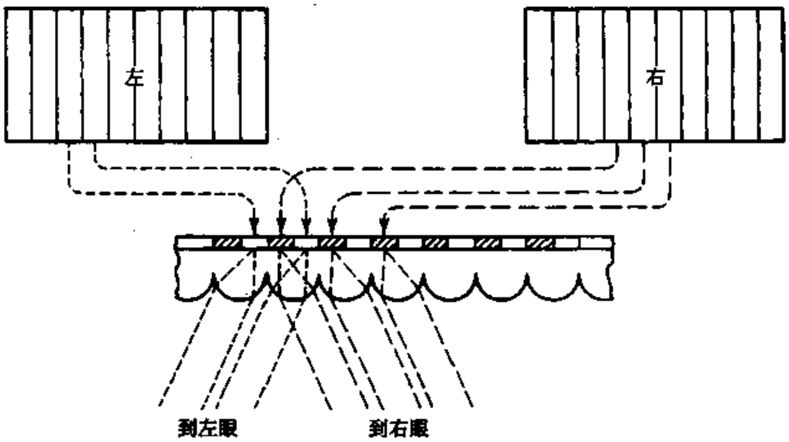


图 3.20 视差立体照片由左右方向影像交替间隔的窄条组成，表面凸起的塑料柱镜状屏附着在影像前面，这一方法可以确保每一只眼睛(在平均观看距离下)仅能看到由方位正确的影像构成的窄条。

用双眼直接观察一样。这种扩展间距的技术称为超远距立体摄影。

其相反的技术——压缩间距或超近距立体摄影，通常用于拍摄非常近的物体。此时，普通的65毫米间距会得到非常极端的视差，观察者的眼睛根本无法把拍摄结果融合为一幅三维影像。对于大于原物尺寸的影像，应该用标准的65毫米间距除以放大倍率，替代后进行工作。比如拍摄静物时，可以使用一架照相机并在两张照片拍摄之间将被摄体或照相机侧移一段需要的距离。(注意：单独移动被摄体会导致背景细节看去似乎是两维的，因此最好选择简洁的背景。)

专用附件

照相机附件的选择范围非常之大，虽然其中不乏用途不大和哗众取宠的，但是也确有某些更为专业的附件能够兼容技术类型完全不同的照相机接口。

光学转接器

大多数35毫米单镜头反光照相机系统都包括一些不同的转接环，允许将照相机的机身安装到显微镜、望远镜、医学内诊镜等的目镜端。由于反射结构的设计，所以无论照相机安装在什么光学设备上都仍然可以准确地进行构图、聚焦和测量曝光量。类似地，使用一种通风帽式的转接器可以将照相机和微距镜头固定在平面(CRT阴极射线管)显示器的中心，并能够记录下显示的计算机图形或电视图像。照相机、通风帽和显示器可以成为复制装置的一部分，这种装置能够以电子方式使一幅高分辨率慢扫描画面与适当的快门开启周期同步；从而完全有资格使其成为廉价数字胶片记录仪的另一选择对象。

照相机触发器

触发照相机的商品化电子传感器有很多种类型，它们分别能够响应光、声、无线电或红外线辐射。通常，可将这些装置中的一种与小画幅或中画幅照相机的电子快门插座相连，并能够遥控拍摄许多图片。以这种方式连接的照相机可以安放在某些难以接近的拍摄位置上，比如赛马场的跳跃障碍下面，当红外线或无线电脉冲从障碍栏侧面发射出时即可触发照相机快门动作。对于博物学摄影，往往可以把照相机安放在某些隐蔽的地方，当运动的被摄体阻断了从触发装置自身发射出的红外线束的路径时，照相机的快门就会自动触发(如图3.21所示)。这种方式无论昼夜均可很好地工作。

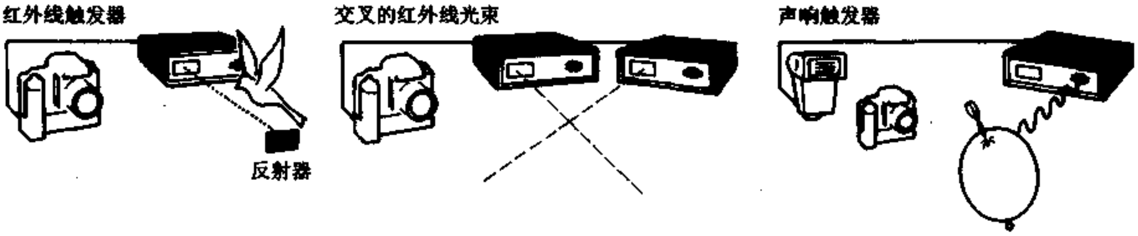


图 3.21　遥控触发器。左图：不可见红外线光束的投射和反射路径被某些事件所阻断。中图：两条成一定角度的红外线光束对应于一定的空间，只要某个物体阻断了光束即可触发照相机。右图：由声响探测触发的超高速闪光灯。

对于高速分析工作和某些突发事件，例如：一个物体撞击另一个物体所发出的火花，通过光、声传感器或者阻断了关键位置的光束都可以触发照相机。这里，可以将照相机安放在黑暗的工作室里并让快门保持开启状态，然后用触发器引发超高速闪光灯完成拍摄工作。为了适应声、光的环境条件，大多数触发装置都允许调节它们的触发灵敏度。此外，为了捕捉事件被触发激活以后的某一瞬间，还可以调节选择感应与触发之间的延迟时间(毫秒或微秒级)。

一步成像转接器

用于“自动冲洗式”胶片的一步成像转接器大多是为专业照相机而生产的，厂商们为大、中、小画幅照相机都提供了可拆卸式的后背。剥离式一步成像感光材料是首选的，否则拍摄结果会是左右颠倒的。小画幅和中画幅照相机只能使用包装形式的胶片；如果后背转接器上还包括一个滑动覆盖装置的话，那么这种材料允许两张 35 毫米画面并排曝光在一张胶片上。大画幅照相机既可以使用上述包装的材料，也可以使用封袋中的撕开式页片材料；后者能够推进后背并像暗盒似的插到照相机中。如果不想把一步成像转接器再改变回原来的片盒，这种作法仍不失为一种不错的选择。一步成像照片不仅对于预览拍摄结果和检验设备状况具有无法衡量的价值，而且利用平板扫描仪将一步成像彩色照片直接输入进数字处理系统可能会相当理想。另参见图 4.24。

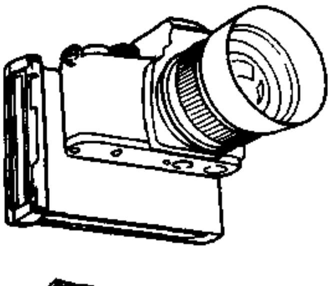


图 3.22　35 毫米单镜头反光照相机的一步成像后背。照相机内焦平面与材料包装里较远的光敏表面之间存在一个自然的缝隙。位于普通胶片位置的一个 35 毫米规格的光纤模块接收来自前面镜头的影像，光线通过光纤直接到达与感光乳剂接触的后背表面。另参见图 3.2。

程序和数据后背

大多数高级的 35 毫米照相机(和部分中画幅照相机)都允许将普通机背更换为专门设计的程序和数据后背。这种替代的后背通常比较厚，并带有电子按键和电池舱，它可以在很多方面扩展照相机的自动功能。例如，有些电动卷片照相机的后背具有自动包围法曝光的程序，它能以不同的曝光量(比如级差为半挡、一挡或两挡光圈)针对每个场景快速拍摄一组画面。同样的后背还可以作为“定时器”，因此能够以若干秒、分或小时为时间间隔触发拍摄，并可以事先预置拍摄的总画幅数。

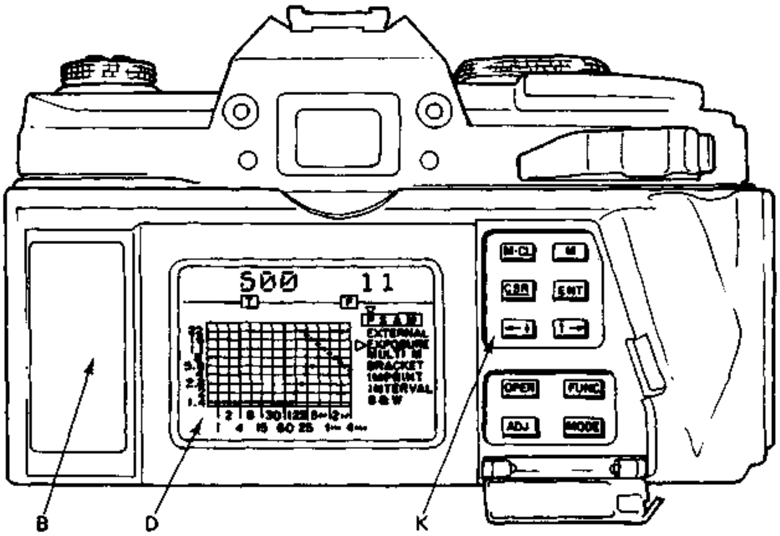


图 3.23 35 毫米单镜头反光照相机的程序/数据印记后背。B:附加的电池舱。D:LCD 液晶显示面板显示输入的曝光程序、画幅数以及印在胶片上的信息等。K:数据设置键。

通常，这种后背里面带有一个低亮度发光二极管的印记控制板，通过曝光能够将字符和数字印在胶片的底部或每张画幅里面。(设置胶片的 ISO 感光度可以改变发光二极管的脉冲率，从而达到调整发光二极管的明暗亮度、适应胶片感光度快慢的目的。)后背的这一特点允许摄影师计划安排拍摄的数据、时间和画幅数等，或者将光圈和速度设定值自动印制在每幅照片上。高级的程序/数据后背价格虽然昂贵，但是对于各种记录摄影，尤其是对于记录时间流逝和监视拍摄工作的价值是无法衡量的，并且可以使摄影师从沉闷乏味的记录中解放出来。

机背取景照相机专用后背

出于更快捷、更方便地使用照相机的目的，厂家主要为 4×5 英寸机背取景照相机设计生产了一两种专用后背附件。例如，滑动式后背可以减少构图和曝光之间的延迟时间。摄影师借助简单的滑轨可以快速地将聚焦屏更换为胶片盒(见图 3.24)或数字后背。此时，放置在照相机前面板和后背的光路之间并依赖于电子或机械连接的快门机构是处于闭合状态的。拍摄时快门的情形与此相反，换上聚焦屏时快门将锁定在开启状态。

机背取景照相机其它可更换的后背还包括光点测光表的探测器(包括探针和探头)。这种装置可以测量通过镜头到达聚焦屏上的影像光，并通过程序控制电子叶片快门得到光圈优先曝光模式。由于反映被摄体自身和运动特性的主要因素取决于摄影师所设定的孔径大小，因此其它模式的曝光程序并不适合于机背取景照相机的拍

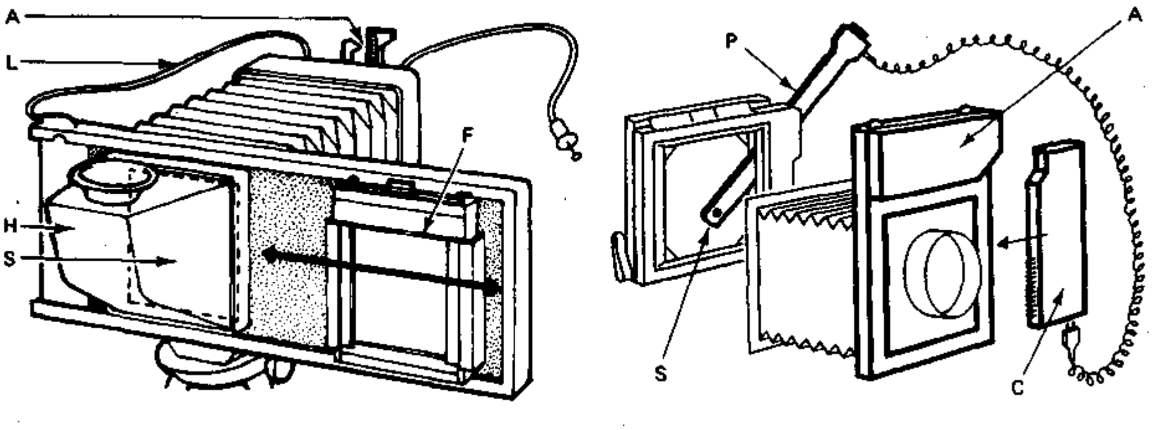


图 3.24 机背取景照相机专用附件。左图：快捷的滑动式后背的结构。A：光圈设定值指示器。L：聚焦屏(S)和反射式眼罩(H)对准镜头时使叶片快门保持开启状态的连接机构。F：胶片盒，面向照相机一侧的暗盒盖已经移开，参见正文。右图：TTL 测光装置。探测器(P)具有一个光点测量读出功能的探头(S)，并且可以在镜头一侧的聚焦屏上任意移动以测量选定区域的亮度值。C：设定胶片感光速度等的控制部件。A：可以用于所有镜头的电子叶片快门。

摄。机背取景照相机的这些设计制造精良的附件，因其产品数量相当少，所以使得它们价格非常昂贵，有些甚至高于照相机自身价格的两倍。尽管这些附件会使照相机的使用更快捷、更方便，但除非拍摄工作主要都是使用这种大型设备，否则就不能说明选择它们是明智的。

数字影像照相机和后背

摄影领域正在发生着日新月异的变化，当然也包括在照相机中记录影像的电子的以及化学的方法。数字式照相机(或连接在普通照相机上的数字式后背)将会取代在卤化银涂层胶片上曝光成像的技术。这些数字设备中包含一个称作电荷耦合器件的光敏传感器CCD，它通常由成千上万个微小的电子单元组成一个阵列——一幅胶片样的矩形或方形模块。当照相机镜头以传统的方式将影像曝光传递给 CCD 以后，CCD 就会记录下一幅影像并产生一个数字流形式的“文件”。(参见图 5.19 和图 5.20)。

影像文件的记录存储方法有数种，例如：存储到插进照相机里的扁平卡式存储器，通过电线将照相机连接到通常位于计算机内部的硬盘驱动器上，或者保存在照相机的永久性内存储器芯片中。这些文件将会通过计算机显示器的屏幕显示为视觉影像，也可以显示在照相机背部的液晶显示屏(LCD)上，参见图 3.26。此外，还可以把这些文件输送给打印机，在普通的纸上打印出油墨或染料的图片，或者通过曝光将影像制作在卤化银胶片或彩色相纸上。

数字影像的质量和分辨率主要取决于设备中 CCD 阵列的像素或图像单元的数量；此外还有一些影响因素，如“插值”软件和“位深”的运用等。影像的外观还取决于最终影像的尺寸和所选输

出设备的性能，这些因素应该是设计或计划的开端。最高级和最昂贵的CCD器件可以得到16×20英寸的彩色照片，其效果与卤化银工艺的照片不相上下。但是若使用粗劣的CCD阵列，则只能传递较小的影像文件；而借助放大技术，也仅能容易地得到显现方形像素结构的"粗颗粒"式图片。另一方面，数字影像文件太大(文件大小以兆字节或MB为单位度量)又会使从一端到另一端的完整影像传输极为费时，例如从照相机存储装置传输到计算机或者从照相机传输到打印机的过程极为缓慢。

数字影像照相设备主要有以下三种类型：

1. 专门设计的袖珍型"瞄准就拍"的照相机，适用于快拍或者作为计算机的外围设备。

2. 专业的小画幅单镜头反光照相机，采用目前流行的式样并保留相同的"前端"特性，但在胶片的位置上永久性地安装CCD器件。

3. 高分辨率的数字后背，可以方便地在目前的中画幅或大画幅照相机上装卸，就像装卸普通的卷片胶片盒或页片胶片盒一样。

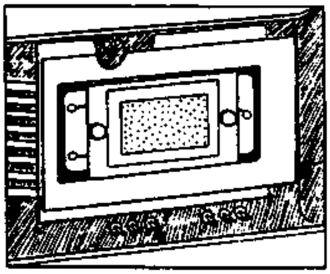


图3.25 固定安放在35毫米照相机焦平面位置(胶片位置)的CCD传感器(从镜头位置看去)。为了降低成本，这里所用的CCD阵列小于35毫米全画幅；这种变化要求改变焦距与之适用，参见图3.28。

袖珍型照相机与计算机辅助设备

这种面向消费市场的廉价照相机，通常安装微小的0.3英寸CCD阵列，分辨率大约在30万(640×480)到80万像素[1]之间。照相机的背部有一个小型LCD(液晶显示屏)窗，拍摄后可以立即显示记录的结果，因此能够消除不成功的影像并重复使用释放后的"胶片"空间。这种显示屏还可以一次显示9张已经拍摄完成的缩小了的图片。在SmartMedia卡[2]或压缩闪存卡中可以存储80张图片，而在标准的PCMCIA卡[3]中可以存储得更多。由于这些卡不具有光敏特性，所以任何时候都可以从照相机中取出，并插到台式或便携式计算机的卡槽中传输或打印影像文件。另一种供选择的方法是用电缆或对接器把照相机直接连接到计算机上，用以下载图片，参见图3.27。除了业余爱好者的快照外，这种照相机还适合于抓拍用于计算机文档(例如报告)的记载性图片。照片的尺寸直到4×6英寸，其影像的分辨率都是可以接受的。

混合的小画幅单镜头反光照相机

在现有的专业35毫米单镜头反光照相机机身(例如：尼康机

1 译注：目前这一上限数字已接近160万像素。

2 译注：日本富士公司发明和生产的一种大容量微型存储卡的商品名。

3 译注：PC Memory Card International Association，个人计算机存储卡国际协会。

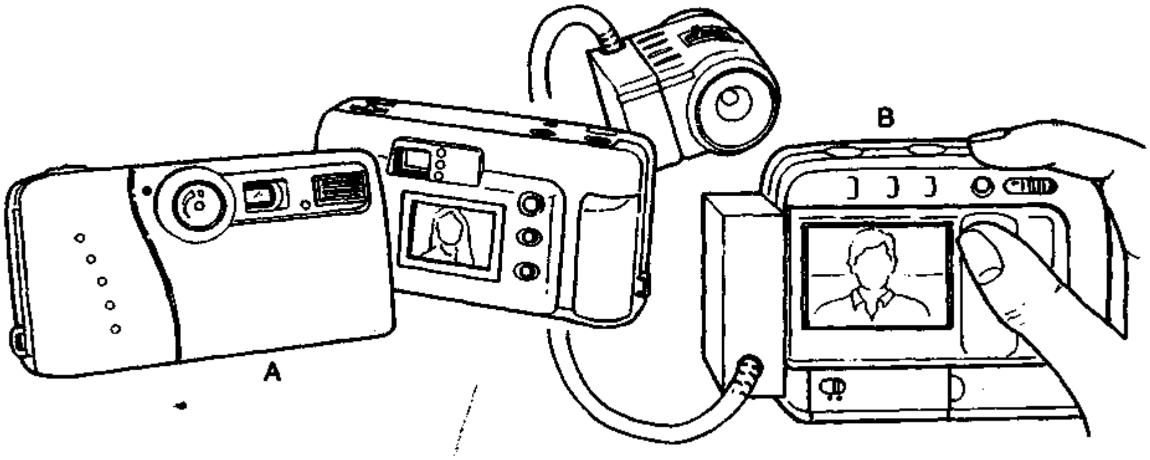


图 3.26 数字式袖珍照相机(1997)。A：照相机的前后视图，其背部使用了 1.8 英寸液晶显示器来显示已拍摄的图片。B：具有包括镜头和 CCD 传感器等可装卸部件的照相机，CCD 部件通过接线连接到或者安装在机身上。这里的 LCD 显示屏还可以作为取景器。

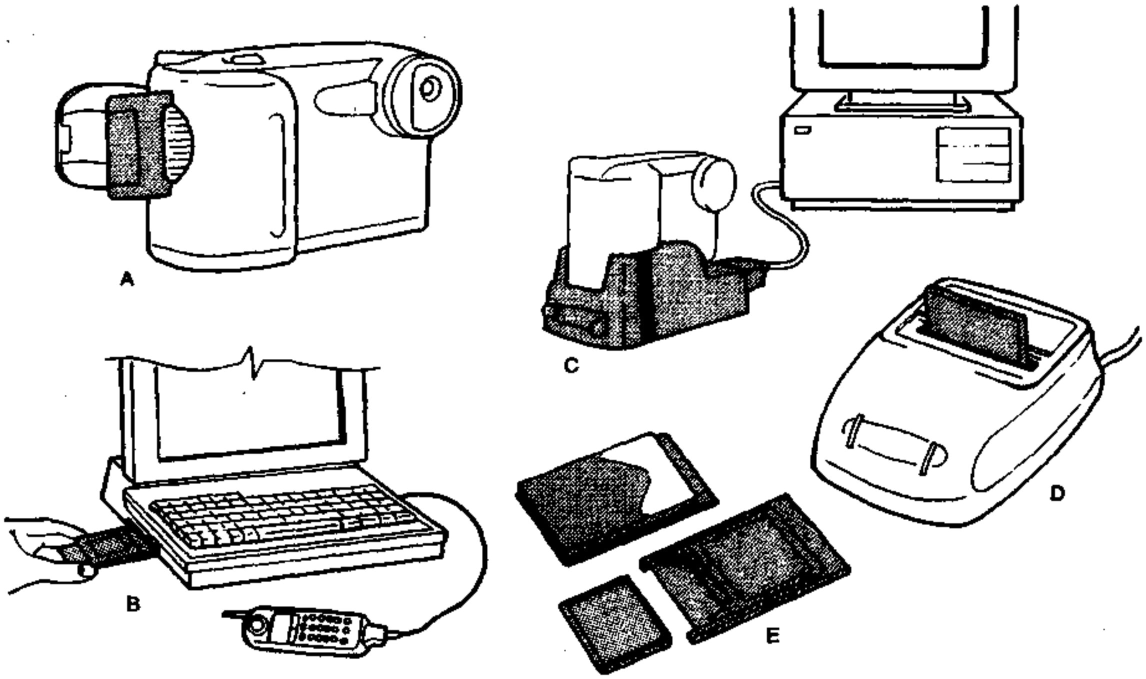


图 3.27 从数字式袖珍照相机中下载影像文件。A：富士公司发明的"SmartMedia" 4MB 微型存储卡可以容纳 80 幅图片，图为正在从照相机中取出存储卡。B：将存储卡插进卡槽后，影像就会显示在便携式计算机的屏幕上；另外，还可以通过数字式无线电话将影像文件传送到其它的地方。另一种供选择的方法是通过对接器(C)或插入电缆将照相机与计算机直接相连读出文件。D：连接到计算机上的压缩闪存卡读卡机。E：容纳 260MB 硬盘的 PC 卡和压缩闪存卡的 PC 机转接器。

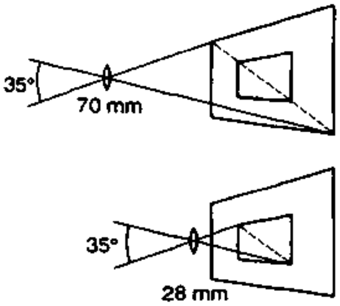


图3.28 如果按实物尺寸制作的光敏芯片小于要替代的照相机胶片画幅，那么相应地需要较短的镜头焦距才能保持相同的视角。上图：用于35毫米画幅的70毫米镜头会得到35°视角。下图：对于较小尺寸的芯片，需要28毫米的镜头才能得到相匹配的图片内容。广角拍摄需要特别短焦距的镜头。

身)中内置CCD器件是一个高明的方案，因为这样仍然可以利用主照相机的高级测光系统等功能以及大多数的镜头和附件。这里所用的CCD芯片也要大于那种“瞄准就拍”的袖珍照相机的芯片(尽管往往仍小于35毫米全画幅，参见图3.25)，并能够提供600万或更多的像素。这种性能的照相机价格昂贵，主要适用于专业的新闻和出版工作，比如体育摄影；因为这些领域里，报纸版面对提供影像的最后截稿时间是至关重要的。这种照相机多数通常使用滑入式PCMCIA卡作为存储介质，可以通过便携式PC机、调制解调器和无线电话直接将影像文件下载到图片编辑的案头，这一切在拍摄后几分钟内即可完成。

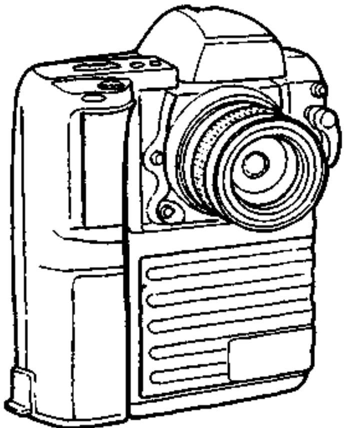
附加数字式后背的照相机

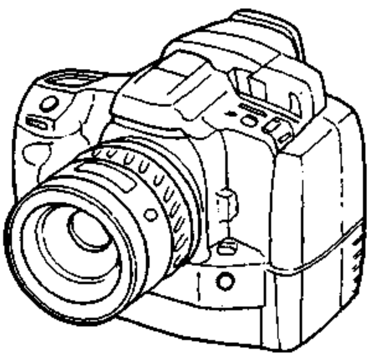
对于大型印刷品的最高质量的数字影像，会需要更大的文件尺寸。在单镜头反光卷片照相机或机背取景照相机上安装数字式后背，使得这一需求成为可能，见图3.30。6厘米×6厘米大小的阵列CCD后背可以提供1600万像素(4000×4000)。附加在哈苏(Hesselblad)照相机夹卡式胶片盒位置上的后背，可以通过电缆向工作室内的计算机或安放在拍摄现场由电池供电的硬盘驱动器中传递每幅图片均为48MB的文件。

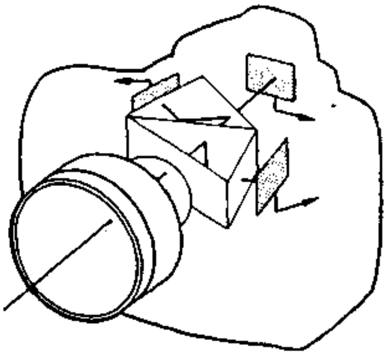
迄今为止，所有数字式装置都被称作是“一次拍摄”式的，即运用单次曝光(并可以使用闪光灯)完成记录工作的。但是有些机背运用“三次拍摄”的原理，可以用较低的价格换取更高的分辨率；即按红、绿、蓝的顺序依次改变照相机镜头前面的滤光镜，分别进行三次曝光，然后用这三个数字文件合成一幅高分辨率的影像。

另一些数字式后背运用扫描的方法，即利用一个窄条状的或直

图3.29 使用各种现有的35毫米胶片照相机系统的“一次拍摄”式数字照相机。A：基于尼康机身的柯达系统，其中使用了一个单片的多重滤光CC阵列。B：基于美能达机身的系统，镜头后面的分光器把影像信号记录在三个分离的滤光阵列上。参见彩图5.19。


A


B


C

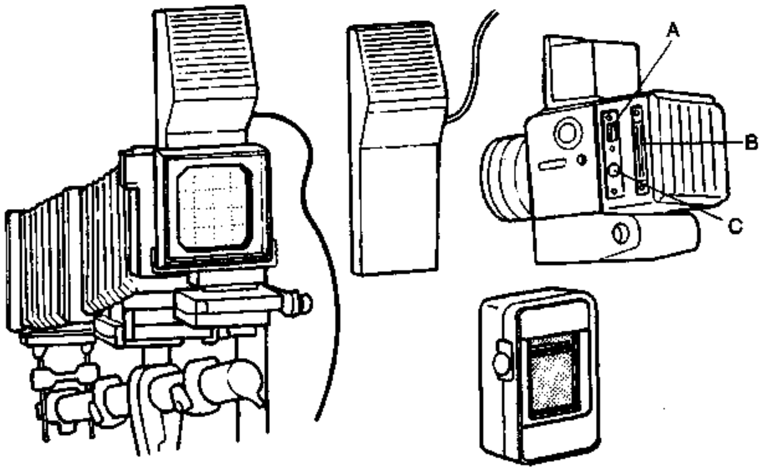


图 3.30　附加在中画幅和大画幅胶片照相机上的数字式后背。中图：像页片胶片盒一样安装在 4×5 英寸照相机上的扫描式后背。右下图：单镜头反光卷片照相机的扫描式后背，图中显示出三位一体的直线排列传感器正在横跨焦平面进行跟踪（另参见彩图 5.25）。右上图：可与普通 6 厘米×6 厘米单镜头反光照相机胶片盒互换的一次拍摄后背。(A)闪光灯插座。(B)计算机/影像存储器电缆插座。(C)电源供电插座。

线排列的传感器横跨在照相机内的影像平面上真实地进行跟踪，整个曝光时间可能会历时数分钟，参见彩图 5.25。这种方法得到的全彩色影像是由很多数百万像素的一条一条影像组合而成的，整个影像文件会高达 140MB 或者更大。直线排列式的后背要比阵列式的后背便宜。但是对于大多数三次拍摄系统，其共同的特点是照相机和被摄体在历时数分钟的整个曝光时间里必须保持绝对静止；不能使用闪光灯拍摄；如果使用钨灯照明必须避免光强度发生变化(比如像较小的闪烁)，因为这会使整个图像好像镶边了似的。

数字与卤化银照相设备的比较

数字设备的优点：

●可以立即对拍摄结果进行直观的检查(例如：显示在工作室的大型监视器屏幕上)。

●不必在胶片、冲洗药液和暗室设备方面投资。

●可以在拍摄现场就消除掉无用的影像，并重复使用文件的存储空间。

●可以调整感色性以适应照明的色温。

●拍摄的影像可以通过电缆或无线电波迅速传递到其它地方。

●数字影像文件可以直接输送到版面设计者的计算机里，这对大量图片的编目工作极为理想。

●拍摄后仍具有编辑修改影像的能力。

●操作无声。

数字设备的缺点：

●设备价格较昂贵，包括功能强大的计算机对于背负高分辨率作品所需的大存储容量。除非具有一台功能强大的计算机，否则读

出和处理高分辨率影像的速度会非常之慢。

●采用卤化银胶片仍是以较低的资金投入获取出色影像分辨率的最佳方案，每平方厘米卤化银感光乳剂大致相当于30亿像素。尤其是目前仍采用的传统负／正化学工艺制作的彩色照片非常便宜。参见第10章。

●最终可接受的影像，其尺寸的极限在很大程度上受照相机CCD编码文件中每英寸的像素数量的影响。因此，欲得到一幅大尺寸的成品照片时，必须一开始就从照相机中传送出足够的像素。

●基于扫描或三次单独曝光技术的高分辨率系统，仅局限于静物被摄体。(并且由于这个原因，这一方案最终好像是多余的了。)

●具有CCD传感器的照相机像计算机一样，易受热(例如从钨丝灯发出的热)的不利影响。

数字照相机和数字技术仍在快速发展之中，上述几项受约束的缺点会成为今后新进展的出发点。

内容提要

●选用35毫米照相机设备将会得益于以竞争性的价格获得最先进的技术。但是，这些设备要么可能过于自动化，要么可能又会提供过多的选项。考虑是否放弃手动功能是最为重要的选择。

●中画幅照相机在设备的便携性和最终的影像质量之间提供了一个明智的折衷方案。单镜头反光和直视取景类型、移位调整和单轨结构类型都有卷片规格的产品。通常这些照相机都可以使用可互换的胶片片盒、一步成像和数字后背。但是，设备昂贵，镜头选择范围较35毫米照相机的小。同时，使用这种规格也意味着小景深和有限的可选胶片储备。

●大画幅机背取景照相机的需求更小，但对技艺造诣的要求却更高，价格昂贵也仍是其基本的特征。它们的镜头范围有限，并且最大孔径相对更小，但是多数镜头通常都具有极好的涵盖力，可以对建筑、静物和工业题材的摄影提供全面的移动调整。此外，还能够以单张的方式拍摄和冲洗照片，而且其底片的尺寸也意味着能够得到极佳细节和影调质量的大照片。

●在拍摄之前和拍摄期间养成预防性例行检查的习惯，即具备可靠的摄影技术是至关重要的。常用的做法是从没装胶卷的照相机的后面观察快门、光圈和闪光灯的工作状态，并查看相机中有无障碍性的异物；在正式拍摄的前后，均采用一步成像方式进行试验性拍摄；携带备用机身或某些备份镜头、一块测光表、备用电池以及螺丝刀。

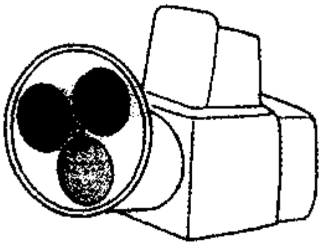


图3.31　采用“三次拍摄”原理的数字式后背，它需要一个安装在照相机镜头上的(机械化的)三色滤光镜转盘，或者使用可以变色的液晶滤光镜。滤光镜的颜色变化即可触发数字式后背的电路。

●航空照相机的操作手柄粗大，装有直视取景器，主要使用70毫米胶片盒。镜头视差主要针对远距离被摄体进行校正。快门装置通常不设置低速。

●在普通照相机的外面安装水下护罩即可进行水下摄影；在较浅的水处，可以使用防水的35毫米袖珍照相机。在深水处则需要使用专为水下摄影而设计的相机与镜头，其焦距比陆地照相机的镜头焦距要短。

●全景照相机采用绕枢轴转动镜头并移动胶片前面狭缝的方法扫描宽阔的场景。全景摄影所产生的戏剧性透视效果非常独特，即被摄主体中的直线条会记录成弯曲的，而凹进的形状反而看去是直的。有些照相机能够旋转360°，得到整个环境水平方向的记录。应用范围包括大型团体照片、不动产业和陆地测量的记录等。

●立体照相机总是成对地拍摄照片，它们的视点通常间隔65毫米。但是，使用普通的照相机并且在两次曝光之间移动照相机或被摄体时，对于航空测量(超远距)需要较大的视点间隔，而对于非常近的被摄体(超近距)则需要较小的视点间隔。安装在标准镜头照相机上的立体附件可以将每次拍摄分离成半幅的立体照片对。

●借助手持式观片器或者配戴特制眼镜观看两台投影仪的放映结果，人们的双眼会将照片对合成为一幅三维影像。立体影像能够大量复制成具有柱状镜屏表面的视差立体照片。立体摄影通常应用于测量、反映真实高度或图示效果的领域。

●专用附件包括将35毫米照相机机身连接到显微镜、望远镜、CRT复制装置、医学内诊镜的转接器。照相机触发器能够感应光线、声响、红外线或无线电信号而开启，触发器里面还可以内置延时控制元件。一步成像后背可以使很多高级照相机使用包装的或单页片形式的感光材料。

●程序／数据后背扩展了35毫米照相机的自动功能。使用这种后背可以将标记、曝光和时间数据等记录在照片的边缘上，还可以按程控的时间间隔拍摄或者按包围法曝光的方式拍摄。

●机背取景照相机的专用后背允许快速地更换聚焦屏和胶片盒，它还可以包含与快门装置连接的TTL测光表，从而获得光圈优先曝光控制。

●数字照相机和后背的胶片位置装有CCD电荷耦合器件。CCD阵列会形成成千上万个像素，拍摄的影像将作为数字文件下载到内部存储器、存储卡或通常位于计算机里的硬盘中。拍摄的图片可以显示在照相机的后面板或者计算机的屏幕上，还可以应用喷墨打印机、卤化银工艺和其它方式制成照片。

●更多的像素就意味着更好的分辨率和颜色，以及没有可见像

素的大幅成品照片；当然每幅影像也会成为更大的文件。例如在建立一幅全屏幕影像或通过电话传送影像文件时，大文件(每幅照片10MB或更大)需要占据更大的存储空间和更多的影像传输时间。

●数字照相机包括具有影像显示屏并作为计算机外围设备的快照类型和重新装备的35毫米专业单镜头反光类型。影像文件可以存储在照相机内部，也可以存储在插槽式的SmartMedia卡或类似的存储卡中，还可以通过电缆直接存储在计算机中。数字式机背往往是附加在中画幅照相机和机背取景照相机上的。

●大多数数字后背系统使用阵列类型的CCD器件，只允许一次曝光；而三次曝光和扫描式后背具有以较低的价格提供较高分辨率的优点，但多数仅局限于静物拍摄。

●高级数字照相机的拍摄结果完全可以与使用卤化银感光材料的拍摄结果相媲美，尽管其价格每年都在降低但是仍然太高。

4

胶片的类型和技术数据

使用经过仔细挑选的、种类有限的胶片进行拍摄，这种做法是有充分道理的。因为你对这些胶片的性能了如指掌——所以对于自己独特的照片风格，每种胶片能起什么样的作用、对于不同的被摄体情况，每种胶片会做出什么样的反应、以及在必要时打破常规使用一种胶片到什么程度，仍能获得满意效果都可以做到心中有数。不过，在选择惯用胶片的同时，必须密切关注投入市场的、令人感兴趣的新产品。有些不太出名的胶片，因其特殊的性质和效果而值得一试，如果不去尝试，未免也是一种遗憾。

本章以公允的态度讨论在选择胶片时应考虑的实际问题。关于阅读制造商提供的数据一节解释了如何通过技术资料说明书上的图表来对胶片进行介绍和比较的。最后还评介了一些特种胶片，所挑选的这类胶片或是具有不同寻常的效果或是有助于解决特殊的拍摄难题。

设计今天的胶片

早期的摄影者与其说是艺术家，倒不如说是化学家。在19世纪50年代，他们不得不随身带着暗篷，以非常简陋的方式在玻璃板上涂敷可感光的银化合物，以便马上拍摄(曝光)和显影。然而继这种“湿版”之后出现了可以事先制备的明胶加卤化银乳剂的方式，于是从大约1876年起开始了摄影材料的生产。通过化学家和制造商对感光乳剂的研究，其它障碍也被一个一个地克服了——玻璃板被能够卷起的胶片所取代，感光度提高了一千多倍，从只能感

受蓝色波长扩展到感受全部光谱。这最后一点为制作实用的彩色摄影胶片开辟了道路(幻灯片于1935年诞生，负片/正片胶片约在1942年出现)。

贯穿这一整个发展过程，一直存在着某一种称得上乳剂制造“诀窍”的东西——这与烹饪术很相似，是可以代代相传的技巧。随后，对感光系统的研究开发的大量投入与技术的普遍进步，使乳剂生产技术取得了更大的进展。一种富有创造性的化学专业形成了(典型的例子是埃德温·兰德博士于1963年首次推出一步成像彩色感光材料)。由于对在照相机内聚焦成影像时，乳剂的变化有了更深刻的根本了解，今天的乳剂化学家能够对胶片的性能进行精确的调节。制造商现在对胶片的晶体的构成和复杂的多层涂布都能进行前所未有的控制。

到现在，20世纪的末期，电子图像记录作为一种有前途的化学摄影的替代形式，正在不断发展。但是胶片制造商们仍孜孜以求，他们把卤化银感光材料的每一项实用特性都不断加以改进。他们的主要目标是进一步改进感光度、清晰度、彩色再现、使用方便性和稳定性，同时还要尽量降低成本。这些需要改进的方面中有几项历来是互相冲突的。例如很难在提高ISO感光度的同时而不降低分辨细节和记录影调及颜色细微差别的能力。人人都关注胶片的感光度，大家也都懂得这些数值的含义。在销售资料中这些数字也给

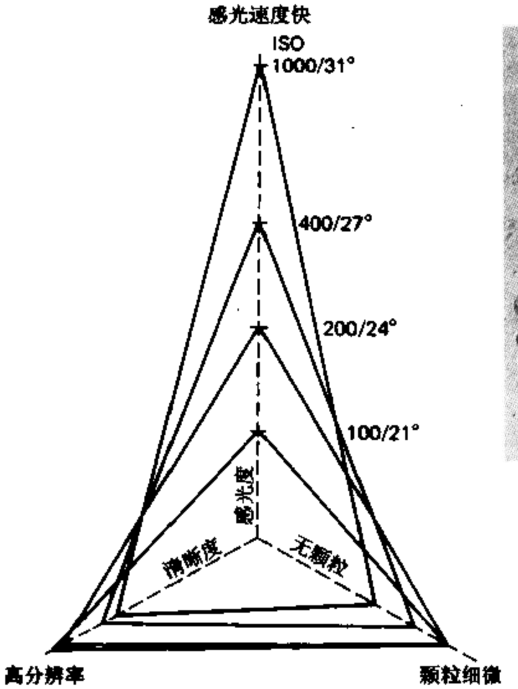


图4.1 胶片需要具有良好的图像分辨率、光敏度并且无颗粒，对胶片的这三项要求彼此背道而驰、互相牵制。图中的三角形代表四种不同感光度的胶片。一个方向上的增加不可避免地会造成另一个方向上的减少。

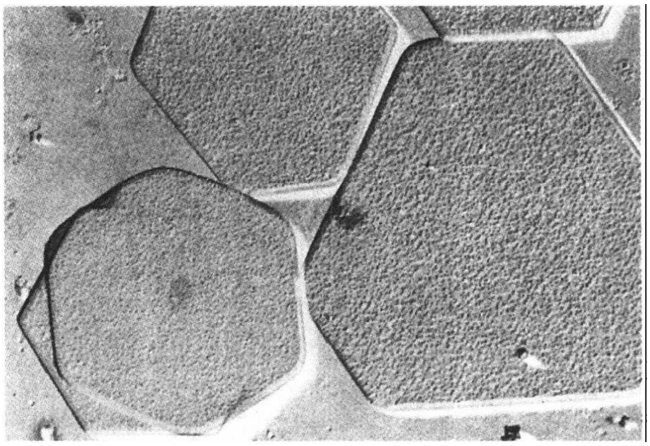


图4.2 上图：薄的、片状胶片乳剂卤化银颗粒，放大约10000倍。与传统的扁平晶体不同，这些颗粒更薄，并且表面折皱不平以加大面积。其结果是在感光度和分辨率之间达到更好的平衡。(柯达公司提供照片)

人深刻的印象。但是，在当今，除非由于某种专业上的应用，在一般摄影中胶片感光速度太快反而会造成各种问题。比如在拍摄浅景深或模糊的动感照片时，这种胶片就不适合了。此外为了获得额外感光度，通常的作法是加大颗粒、增厚感光层，而这又会牺牲高清晰度。

制造商现在的想法是在胶片现有的感光度范围内改进图像质量，并给予了一如继往的或更多的重视。进行这种改进的一个途径是借助先进的化学工程学，即：阻止卤化银晶体生长成标准的光滑对称的形状，而使它们形成扁平的“薄片状”的晶体，并且具有折皱不平的表面结构。这两方面的改变都大大增加了暴露给影像光线的总的表面积(仅仅是起皱就使光滑晶体的面积增加了一倍多)。由于新的晶体形状在涂层胶片内更为扁平，乳剂就可以涂得更薄，从而减少影像扩散，提高了清晰度，并在不降低胶片感光度的条件下减少了用银量。换句话说，乳剂效率得到了全面提高。

当前彩色胶片的彩色再现性能和视觉清晰度都提高了，这一提高是通过掺入化学“抑制剂”而实现的，抑制剂加强主色的对比度和饱和度，而不会使中灰色调硬得让人无法接受。其结果是，在只增强反差的情况下，色彩鲜艳而不损及预期得到的暗部或亮部细节。这些改变的目的是为了加强化学影像记录与电子影像记录相比的优势——即化学影像具有丰富的细节、色彩和影调范围，尤其是把这些优点与费用联系起来考虑就更为明显。

选择胶片的一般要点

在世界摄影胶片市场上，全球四五家主要胶片制造商为争得较大份额而进行的竞争相当激烈。随时随地，都会有某种化学上的或制造技术方面的新的(获得专利的)成果诞生，从而使一个品牌领先于另一个厂牌；时隔一年，这个领先厂牌又会被另一个竞争对手所超过。不论是从现有胶片品种中进行选择，还是评价一种新上市的产品，都应记住以下各方面：

准确性；感光度；曝光宽容度和色彩宽容度；对幻灯片和透明正片或普通正片的适应性；影像染料稳定性；颗粒和分辨力。

准确性

使用慢速感光材料的幻灯片和大幅面反转片拍摄，获得的细节分辨力和彩色亮度仍然是无与伦比的。在严密遮光的房间内(外部光线会使暗部细节变灰)放映的幻灯片，其亮部可以比暗部明亮400 倍。这大约是照片亮度范围的 4 倍，照片亮度范围受纸基的百

分反射比及其最暗染料的最大光吸收能力的严重限制。因此，由彩色负片印出的彩色照片常常缺乏彩色幻灯片的那种光泽。例如，反射强光部分会与漫射强光部分融合到一起——因此在一片白色花瓣上的一个小水滴会变得更难分辨出来。

出版商仍然希望作者以幻灯片或大画幅反转片的形式送交彩色作品，因为这是一种只穿过镜头一次而形成的影像。因此效果更接近于实际景物。但是在拍摄阶段，对于用光、构图和曝光等参数它也要求更加准确。另一方面，黑白制作方法可以从黑白底片获得的照片，这种方法使操作者通过剪裁、选择相纸反差等级、局部遮光和局部增光等而更主动地控制效果。

现代的优质彩色胶片，没有哪一种可以真正认为比另一种更“准确”。使用的各种染料都是制造商的专利，根据每个乳剂层的色感应特性而加在稍有不同的各种混合物中以再现图像色彩。超过一定的程度，对准确性的感受就是主观的了。有些亚洲的胶片制造商和使用者特别重视各种绿色的亮度，而北美洲的消费者则倾向于“较冷”的色调，喜欢蓝色影调更丰富一些。这些区别不容易孤立地看出来，但是如果有谁轻率地混用不同品牌的胶片来为客户拍摄，这种区别就会暴露无遗了。为了不让专业人员为求细微的色彩变化而选用竞争对手的产品，有些制造商现在推出了一种胶片的两三种变型产品，像埃克塔克罗姆就是这样。这几种变型产品感光度可能都一样，但其中一种会呈现稍微暖些的、更令人喜欢的皮肤色调，而另一种则呈现更多的特别适合时装摄影的中性色彩，等等依此类推。

感光度

一般来讲，随着ISO感光度的提高，颗粒形状会变坏，色饱和度的损失会加大。退化作用在高感光度彩色幻灯片材料上，比起把相同感光度胶片上的彩色负像印出来时表现得更突出。底片曝光过度和对各种胶片的强迫显影，两者都会加大颗粒性。不过，由于高速幻灯片和高速黑白底片的固有反差比较低，因此可以通过强迫显影获得令人满意的额外感光度。比较慢速的胶片经强迫显影往往会形成反差过高的影像，而彩色负片根本不应进行强迫显影(有一些例外)。参看图9.3中的交叉曲线。要记住制造商提供的感光度数值并不是金科玉律。要把这些数据做为推荐值使用——它们以一般拍摄对象和照明情况、标准的冲洗程序以及表现影调和色彩高度准确性的标准效果为基础。摄影者自己的条件和需要有时会与此不同。因此摄影者必须根据自己的经验，决定对某种感光材料增加还是减少感光度才能获得更好的性能。

曝光宽容度和色温宽容度

曝光宽容度主要取决于被摄对象的亮度范围，对于高反差景物宽容度最低，在柔和平调照明条件下宽容度最大。因此，幻灯片和大幅反转片对错误曝光的宽容度最低，而黑白底片的曝光宽容度最大。各种用于幻灯和透明正片使用的彩色反转胶片可以容许大约半级的曝光过度或一级的曝光不足。彩色负片把这个宽容度扩大到一级曝光不足和二级曝光过度。不过，大多数经验丰富的摄影者都故意使彩色负片有一级曝光过度，认为这样可以获得最佳效果。通常曝光不足和曝光过度的宽容度都是两级。

对于错误色温或混合色温照明下的被摄体，彩色负片的宽容度也比反转感光材料要大得多，但是不要过分依赖这种宽容度——因为一个彩色记录层曝光不足或曝光过度必然会缩小胶片能够准确再现的被摄体亮度范围(图 4.4)。不过，如果在变化不定的照明或混合光源照明下使用，彩色负片是较好的选择；而且，在不知道照度的场合用现场光拍摄时，彩色负片能提供额外的成功余地。

使用黑白感光材料时，一级半的曝光不足和二级的曝光过度大约就是高速和中速胶片的最大极限了。低速胶片的曝光宽容度略低，因为这类胶片的反差较高。即使这样的曝光过度，对于 35 毫米或更小的影像来说也是不可取的，因为分辨率由于光的散射而降低了，并且底片上“浓黑”的亮部细节需要高反差印相纸来表现，而这也会导致过粗的颗粒。(参见彩图 4.3)。

用于幻灯和展示透明正影像的胶片

如果最终成品必须是可供放映的幻灯片，显然最好的选择是 35 毫米反转片——如果需要多份幻灯片且有可能的话，可以用它复制更多的底片。以后如还需较多的复制件，可以用原底幻灯片复制到 35 毫米低反差复制用胶片上。还有一种方法，就是用彩色负片拍摄，再复制到印制胶片上。两种方法都允许在曝光时用局部遮光法来对整个或部分影像进行滤色调节以及降低密度。要得到质量最好的黑白幻灯片，应使用 35 毫米一步成像胶片或黑白反转片(也可以用慢速普通胶片拍摄，用反转法冲洗，见《基础摄影教程》）用普通黑白胶片拍摄，把底片投影到(用放大机，按 1:1 比例)含有溴化银相纸类型乳剂的 35 毫米胶片上，如柯达微粒印刷正片，也可以获得几乎同样理想的效果。还可以转印到高反差胶片上，在 D76 药液中显影，以获得反差适中的效果。在背后照明的广告用大型展示彩色透明正片，最常用的制做法是用彩色负片放大到专用印刷胶片上，使用的冲洗药品和用于负／正法彩色相纸的一样。也可

用原底幻灯片或透明正片制做到反转印刷胶片上(见第10章)。

供印放照片的胶片

对于摄影图片本身就是成品(例如供销售的相册、装上镜框的展示照片等)的工作来说，照片具有显而易见的优点。比起胶片上的影像来，照片的修整和修饰要容易得多。获得彩色照片的最好方法通常是用彩色负片拍摄，然后用同一厂家的负/正法相纸印制。在实践中，从幻灯片也能获得令人满意的彩色照片。先用幻灯片在中间负片上制作彩色底片，再按上述方法印出彩色照片；或者把幻灯片直接印到任何一种反转相纸上。如果采用后一种方法，幻灯片一定不能反差太大或曝光过度。各种方法的效果自然彼此不同。例如直接从幻灯片印出的照片色彩浓艳，这可能适合于产品广告照片的印刷需要，但却不适合于家庭照片。

黑白照片的最佳质量无疑来自效果好的黑白底片。用彩色底片印出的溴盐照片(最好使用全色相纸)提供了一种检验面部表情等效果的简便方法；但是不要用这个方法制作最终目的的放大照片，因为这种放大照片会缺乏使用黑白胶片可能得到的那些精细的色调。

影像染料稳定性

所有彩色影像迟早都会发生变化。染料稳定性随颜色不同而不同，并且也因厂牌不同而不同。含有预合成染料而不是化学生成染料的感光材料，像染料漂白相纸，其生成的影像具有固有的持久性。不过，某一种染料在黑暗处存放时会有很好的稳定性，但暴露在光线下会相当快地褪色，反过来也一样。例如实验表明品红染料

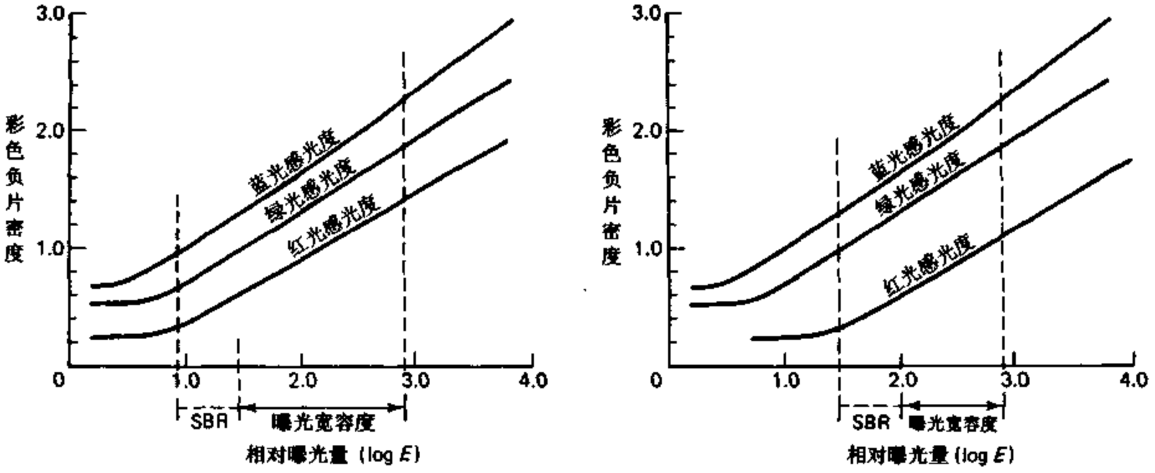


图4.4　一种ISO100/21°彩色负片，在正确色温照明下对景物曝光的特性曲线(下左)，和在缺少红光的照明下曝光的特性曲线(下右)。如果想避免出现彩色失真的暗部，只有两条虚线之间的部分可用。所以，对于同一个景物亮度范围(SBR)，错误的色温就意味着曝光宽容度减少。如果是高反差景物，宽容度，还会进一步减少。

在大多数普通成色彩色胶片和照相纸上都具有良好的暗稳定性和较差的光稳定性。青色染料的特性则通常正相反。所以当把照片收藏起来时，影像颜色就逐渐变暖，但如果装进镜框挂到墙上(或进行放映)，影像颜色就会向冷色调转变。让一张彩色幻灯片在一台典型的幻灯机内持续地放映，大约五分钟后，幻灯片开始明显地变淡，颜色也开始变化。一般说来，用快速胶片拍摄的幻灯片要比慢速胶片以及黑白银影像退化得快。当然，在很大程度上还要取决于如何存放最终制做的影像。一定要在凉爽干燥的条件下(温度在70℉以下，湿度在50%以下)保存彩色照片，并且不要与挥发性化学药品放在一起。这也包括由不适宜的纸或塑料制成的照片袋及封套造成的污染。经过正确冲洗并妥善存放的胶片，预计至少20年内不会出现能察觉出来的颜色变化。

掌握技术说明的内容

胶片制造商的技术资料部门，以及大多数专业摄影杂志，都以图解、表格等形式公布产品对比数据。这些资料中，有些内容很有用，有些不太有用；但是只要能看懂这些资料，就会在其中发现比单纯的广告资料有更多的关于胶片实际性能的内容。本节讨论的内容有：颗粒度、锐度、MTF的特性、特性曲线、光谱感光度、倒易律失效，以及DX编码。

颗　粒

在冲洗后的摄影胶片上看到的颗粒图谱很像音频信号或电子信号中的“噪声”——这是一层打破影像色调和细节连续性的粉状结构。影像中间色调部分的颗粒，尤其是像天空或摄影棚单一灰色背景这样的平淡均匀部分的颗粒，总是最容易觉察到的。

高速胶片的颗粒比慢速感光材料的要粗；一部分原因是较大的卤化银颗粒对光更敏感；另一部分原因是快速胶片的乳剂层往往更厚。较薄的片状卤化银晶体涂层有助于把上述因果关系减小到最低程度，但这种关系仍然是本质属性。在大多数彩色胶片中，每一个显色卤化银(颗粒)都形成一个稍大一点儿的、近似球形的染料斑。在冲洗过程快结束时，所有的银都冲掉之后，只有这些染料团保留了下来；所以，虽然染料耦合实际上加大了原来的颗粒尺寸，但是其特性更柔和、更呈球形、更有漫射性。

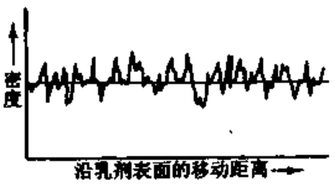


图4.5　颗粒度的测量。测微密度仪沿表面上看似“均匀”的密度区移动0.1毫米，就得到这种颗粒踪迹的模拟记录。

胶片的颗粒质量有时用“颗粒度”这个术语来表达，有时用“颗粒性”来表达。这两个术语并不完全一样。颗粒度是一个客观数值。它是在实验室条件下利用测微密度仪计量出的，密度仪沿冲

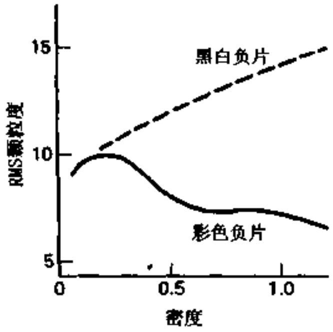


图4.6 彩色负片与黑白负片的一个主要区别就是随着密度的增加，彩色负片的影像颗粒度结构变小而黑白负片的增大。因此，彩色负片比黑白负片能够更好地承受曝光过度。

洗后的均匀中灰色调的影像移动。根据在平均密度水平上下的平均起伏情况，可以把密度仪的输出信号(图4.5)转换成一个数值。胶片制造商因此公布叫做"漫射RMS颗粒度×1000"的数值，来表示其胶片的正常密度范围，这个数值通常从一块密度为1.0的区域测得。(RMS代表均方根——把平均密度偏差的平方相加，再求这个和的平方根而得到的平均值。)

按这个标准的话，那么颗粒非常微细的，ISO25/15°细颗粒乳剂可能定为4或5，而ISO400/27°的黑白胶片的颗粒度数值一般大约为12。观察颗粒度数值随着密度增加的变化时，会发现黑白胶片的数值继续上升，而彩色胶片则略有降低(图4.6)。造成这种情况的一个原因是染料团比银颗粒更易于融合在一起。所以对彩色底片宁可过度曝光而不要曝光不足。颗粒度数值有助于比较两种胶片(这些数值可以帮助解释胶片MTF图中的差别)。但是在实践中，有许多其它因素影响最终影像上颗粒的表现形式。

和颗粒度不一样，颗粒性是一个主观的、广义的术语，它考虑到了在实际观察条件下对放大影像的总的视觉印象。颗粒性必须依赖报告颗粒结构达到刚好可接受的水平的几名观察者所给的平均值。影响颗粒性的主要因素有：

1. 所用胶片的颗粒度。

2. 影像类型和清晰度、均匀的中间色调所占比例、被摄体是否有许多细节、以及被摄体影像的光学清晰度。一幅柔焦的或动感的拍摄影像更有可能显示其颗粒结构，因为这种乳剂图谱大概是能够看到的唯一清晰的细节。但是一张清晰的底片通过加柔光镜或散焦的放大镜头印出的照片会使颗粒连同影像细节一起消失。(参见彩图4.7)。

3. 曝光和反差。整体曝光不足或曝光过度的黑白底片反差都比较低，印放时要提高反差，这样可以突出颗粒形状。曝光过度还使光线扩散，进一步降低了反差，使得在高反差相纸上印出的照片增加了颗粒性。低反差被摄体和照明条件会产生平调影像，这种情况也需要用高反差相纸以加强颗粒性。

4. 显影程度——正常、减时显影或强迫显影。还有对显影剂的选择(黑白银乳剂)。显影过度以及使用加速显影剂都会增加颗粒性。

5. 胶片影像的后期化学处理。大多数能降低或增加影像密度的药液也能提高颗粒性。

6. 放大。放大的倍率显然很重要，但放大机的类型也很重要(漫射式或聚光式光源)。印相纸的反差和表面结构——光面的或纹面相纸——是一个主要因素，但相纸乳剂的结构则不是，因为乳剂

感光速度慢，颗粒微细，而且不是其自身被放大。

7. 观看距离和投射到成品影像上的照明亮度。观看条件也是一个因素——在看片箱上周围都是强烈光线的透明正片比起把四周强光遮挡住的时候颗粒性要显得低。

当然颗粒性并非总是需要规避的东西。只要能控制住颗粒性，就能创造性地利用它。颗粒能够消除次要的琐碎细节，使影像显像简洁；还可以烘托气氛，并能打破大面积色调和颜色的单一与连续性。为了尽量加大颗粒，要用小画幅照相机增加颗粒性和高分辨率镜头拍摄到高速胶片上。使影像保持小尺寸(供以后放大用)，并使用平调的照明，以便可以加速显影增加颗粒性而不造成影像反差过大。对于黑白摄影，在加速显影液中对快速胶片强迫显影，或使用 E-6 首显液，25℃温度下显影约 5 分钟。银影像负片可以稍微曝光过度，过度显影，再用法默减薄液减薄(参见第七章“高密度黑白卤化银负片的校正”一节)。放大时要用聚光型放大机，最好是点光源的，影像放大到高反差光面相纸上。还有一种容易操作但不太精细的方法，就是用一块粗颗粒滤光片和胶片叠在一起放大。滤光片可以购买，也可以自制，自制时用粗颗粒胶片拍摄均匀照明的素色平面影像，曝光要不足。(参见彩图 4.8)。

锐　度

影像中互相对立的区域——亮区和暗区之间交界处的细节，在卤化银被显影时，往往会被增大。图 4.9 表明沿着明暗的分界处较高密度一侧密度变得更大，而较低密度一侧密度变得更小。这种所谓的邻界效应或“边缘效应”是显影过程中的化学变化造成的。活性显影液在低密度区未被充分利用，于是从这部分扩散，加强了沿相邻的高密度区的显影。同时氧化副产物——溴化物和碘化物——从高密度区一侧大量释放，减慢了交界处低密度边缘的显影。

由于边缘轮廓分明给人以影像更清晰的印象，所以上述现象在

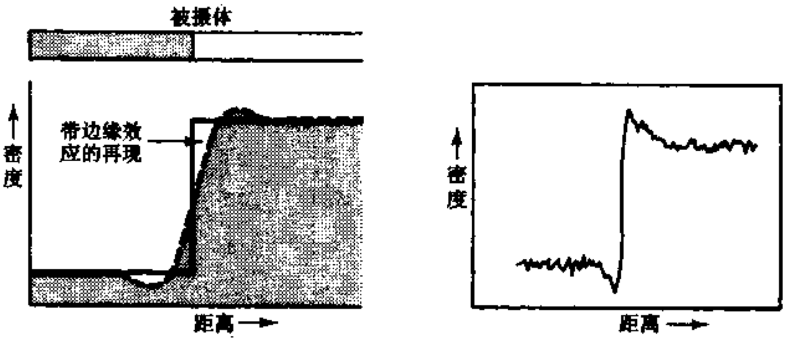


图 4.9　邻界效应。一个被摄体的明暗交界处(上左)拍摄到胶片上后，在冲洗后的负片上密度变化与预期的断面形状(实线)并不一致。交界处两侧的化学变化形成了浓淡加重的边缘效应。这种现象提高了视觉清晰度。右侧图：沿实际胶片影像的微密度轨迹记录下的边缘效应。

胶片	解像力（线对/毫米）
非常慢速的全色胶片（ISO 32/16°）	200
高反差制版胶片	160
慢速全色胶片（ISO 125/22°）	125
快速全色胶片（ISO 400/27°）	100
黑白红外线胶片	80
超高速全色胶片（ISO 1250/32°）	63

图 4.10 一组胶片的最大解像力数值，每种胶片应按各自的冲洗方式冲洗。由于采用了新型卤化银晶体，响应度有了稳步提高。但是，这些数值本身只能提供非常有限的信息。

实践中很重要。图 4.9 的图解可以用数学方式表示为一个数字，这个数字就是某一种胶片的锐度值。所有乳剂都设计成能达到尽可能高的锐度（最大边缘效应）。为增大这种效果而配制的高锐度黑白显影剂也是这样设计的。但是不要把锐度和颗粒度相混淆。高锐度显影液由于加强了边缘反差，可能还会增大颗粒性。

胶片的调制传递函数曲线

在第 2 章我们已知道镜头性能的质量可以用图表来表示，图中以曲线表明从粗略细节到精细细节（低频到高频）镜头对影像的反应准确度（以调制度或反差的百分比表示）。人们也公布有关胶片的这种调制传递函数（见图 4.11）。注意从粗略细节到中度细节范围，图中曲线已超出 100% 调制度，这是因为边缘效应在这部分的影响最大，加强了反差。在最精细细节部分，即标度的最高频率末端，颗粒尺寸和乳剂内的光散射造成了损失，响应曲线因此下降。在频率轴上曲线降到 10% 响应度的那一点有时叫做胶片的最大解像力。对于低速黑白胶片来说典型的极限约为 200 线对/毫米，对于中速彩色负片约为 100 线对/毫米。（见图 4.10）。

制造商提供的胶片技术数据资料上，大多都有调制传递函数曲线（MTF）图以供比较，例子见图 4.21。这些图表明微粒薄涂层慢速胶片的曲线一般比快速胶片的要高。还可以把所用镜头的 MTF 曲线加到图中，方法是把在每个频率上镜头与胶片的百分数相乘，连成一条曲线，这条曲线就代表镜头与胶片的综合性能。显然，低分辨力胶片会使贵重的高级镜头的实际有效性能无用武之地，就如同低劣镜头使高分辨率胶片发挥不了作用一样。还可以加上放大镜头和印相纸的性能来进一步利用 MTF。也可以使用截止频率，在这频率以外的性能就是无关紧要的了（例如 40 线对/毫米）。确切的数值要根据照相机幅面、放大倍率和预计观看成品照片的距离来决定。（见图 4.12）。

特性曲线

图 4.13 中的那种曲线是早期使用的感光乳剂性能曲线图，由在英国工作的科学家赫特与德里菲尔德于 1890 年首创。习惯上都把这种曲线叫作“特性曲线”，也叫做赫德（H&D）曲线、密度曲线或密度—曝光量对数曲线。图中用曲线标出一个大范围的胶片用光量（曝光量对数）并在图的横轴上标出刻度，这个用光量与冲洗后测得的成品影像密度相对应，密度值标在竖轴上。两根轴上的标度

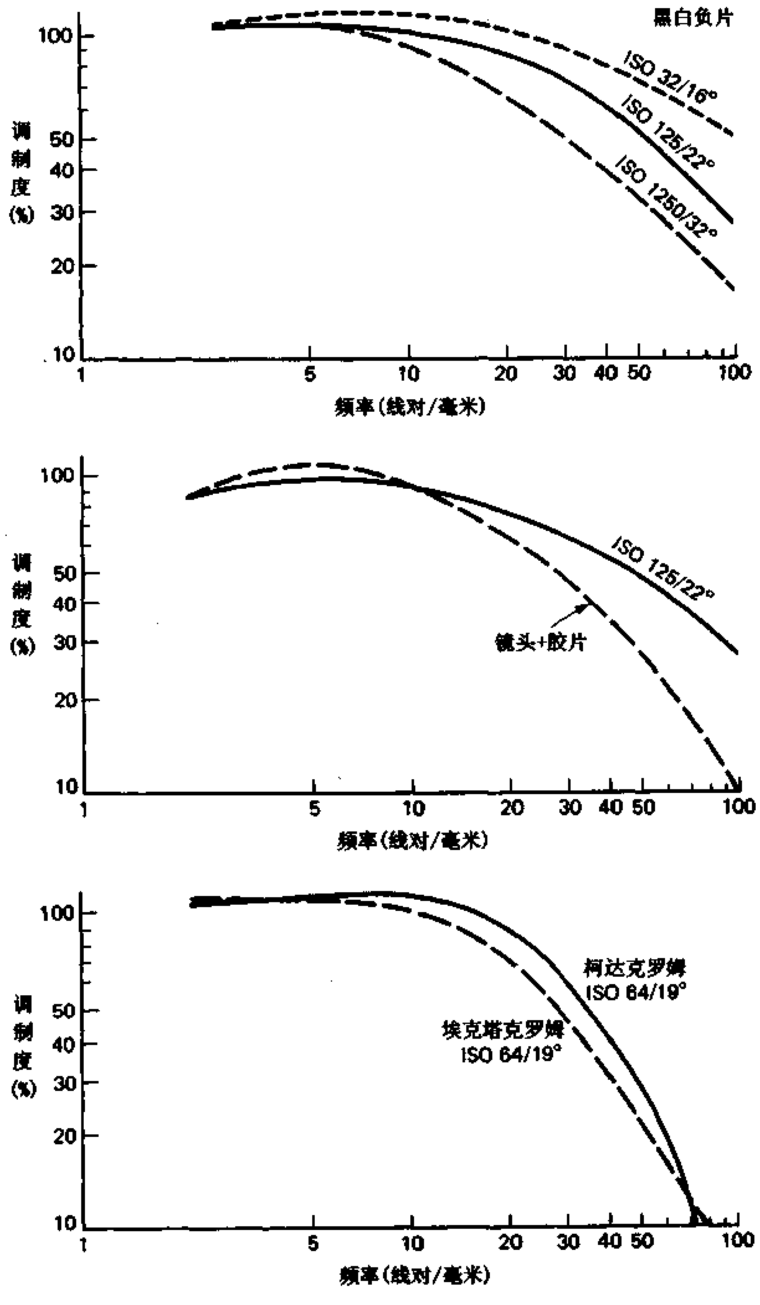


图 4.11　调制传递函数曲线。上：慢速、中速和快速黑白胶片。中：另一种 ISO 125/22°胶片，以及这种胶片和一种相机镜头调制传递函数的综合效果。下：两种幻灯胶片。当低到 40 线对/毫米时柯达克罗姆的调制度优于感光度相同的埃克塔克罗姆。另参看图 2.19。

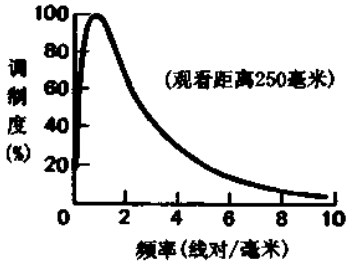


图 4.12　从正常读书距离观看一张照片时，人眼典型的调制传递函数。(把频率刻度上的数字乘以 7，以使数值与将放大到 8×10 英寸的 35 毫米胶片相适应。)

都以对数为单位。

在《基础摄影教程》一书中已讲到，对不同胶片的特性曲线做一简单比较，就可以了解它们之间的许多重要差别。相对反差可以从曲线总的斜度看出来；根据曲线从水平位置升起的地方离左侧的距离，可以对感光度进行大致比较。曝光宽容度也能判定出来。方

法是观察 log E 轴上表示被摄体从暗部到亮部的曝光量单位的一段区间(1∶100 的亮度范围 = 2.0log E)，在这一轴上对应影调过于平淡的曲线趾部和肩部之间的范围内能够左右移动的距离。像图 4.14 那样提供的一组特性曲线还能表明不同显影程度对密度和反差的影响。

反转型感光材料的特性曲线随着曝光量的增加而向下倾斜。参看图 4.15。经过反转冲洗后，影像中受光最多的部分密度最低——直接形成了正片。幻灯片或透明正片必须有较强的反差才能成为效果满意的反转底片，这和负片不一样，负片是供印相用的中间片，印相时反差可以加强。幻灯片还需要十分清晰的亮部。这些特性可以由以下两点表明：(1)急转直下的曲线，(2)曲线底部的低密度(0.2 主要是片基本身的密度)。

制作彩色胶片影像的特性曲线通常是把感光材料针对透明灰色级谱曝光。当然，光线要与使胶片平衡的色温相匹配。通过把黄色、品红和青色染料的影像重叠在一起，绝大多数彩色感光材料都能够再现画面的全部颜色。因此胶片冲洗后用密度计对灰色级谱影像的每一种色调检查三次，通过蓝滤光镜检测黄色染料的密度，再用绿滤光镜检测品红染料密度，最后用红滤光镜检测青色染料层的密度。全部三条曲线的形状必须大部分是一致的，如图 4.4 所示。

在进行这种比较性测量时，全世界都应采用相同的滤光镜和密度计的色感应，这一点非常重要。称作状况 A 的合格条件，用于彩色胶片正像。测定彩色底片需要三种略有不同的滤光值，因为生成的染料影像是为了最大程度地适应彩色印相纸的感色性，而不是为了适应人的眼睛。这种条件叫做状态 M。

观察图 4.4，可以看出通过正确的蓝、绿、红滤光镜测定的一张典型的彩色底片的特性曲线和普通黑白底片比较起来是一样的。这些曲线也有垂直的移动。这种位移是由于加入染料层中的色罩造成的，色罩用来补偿底片和照片染料的缺陷。只要没有水平位移，并且所有的曲线形状相似，彩色印放能够消除这种明显的不一致。彩色冲洗的质量控制程序对曝光试条做相同的处理，曝光试条每隔

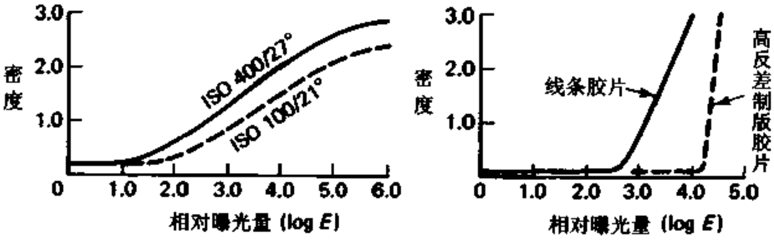


图 4.13 感光度不同的中等反差胶片的特性曲线(左图)。右图：两种感光度很低、反差很高的胶片。特别是高反差软片，在进入曲线肩部之前，最大密度水平可超过 5。

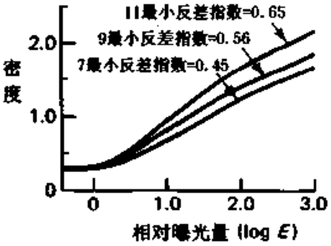


图 4.14　一组特性曲线可以表明显影时间的作用。这是在 20℃(68℉)温度，用 D76 显影的 Tri-X。亮部加强的最多，因此反差增高。

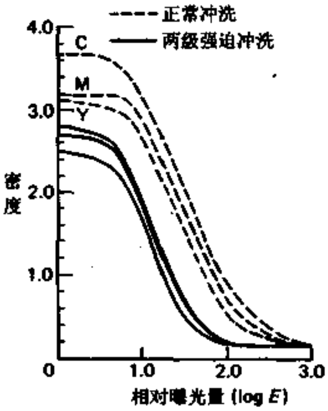


图 4.15　经过正常冲洗或(两级)强迫冲洗的 800/1600 彩色幻灯片的特性曲线。与负片不一样，额外显影减少了暗部的最终密度。

一定时间在系统中冲洗，以检查药液化学成分、温度等的变化。

光谱感光性

胶片对光谱上不同颜色的响应可以用波长相对于感光性的曲线图来表示(通常是“感光性对数”，即用 1 除以形成高于灰雾和片基密度 1.0 所需的曝光量)。观看黑白胶片光谱感光性曲线图的要点是：

1. 最高波长截止点(图 4.16)，这个点表明一种胶片是全色的、正色的还是仅仅感蓝的。正色胶片把人的红色嘴唇、红色的文字等最终再现为黑色或深暗色，但这种胶片可在深红色安全灯光下操作。感蓝胶片把绿色也再现为暗色，但在供溴化银相纸用的琥珀色灯光下是安全的。

2. 全色胶片响应的均匀性。大多数胶片是全色的，但有些高速感光材料扩展了对红光的响应，这有助于提高感光度，并可以记录深红色被摄体的更多细节，但也会使嘴唇和其它浅红色变淡。彩色胶片感光性曲线由感蓝、感绿和感红层的三条曲线构成。每条曲线只应与其它曲线部分重叠，这样就可以使光谱上约每种颜色都能和一层或多层乳剂产生一定的反应而被记录下来。

彩色平衡

在钨丝灯照明下具有平衡特性的彩色胶片，其感蓝层的感光速度比感红层略快一些(参见彩图 4.17)。这是为了补偿这样一个事实，即钨丝灯光与日光相比缺乏蓝色波长。钨丝灯光的“色温”比较低。因此，通过调节乳剂的感光度，制造商理论上可以针对任何一种光源，制作出在该光源下达到彩色平衡的胶片，这些光源的光谱必须是连续，即包含全部可见光波的。但实际上，市场上出售的只有为数不多的几种彩色平衡类型，因为除了日光型的外，其余的

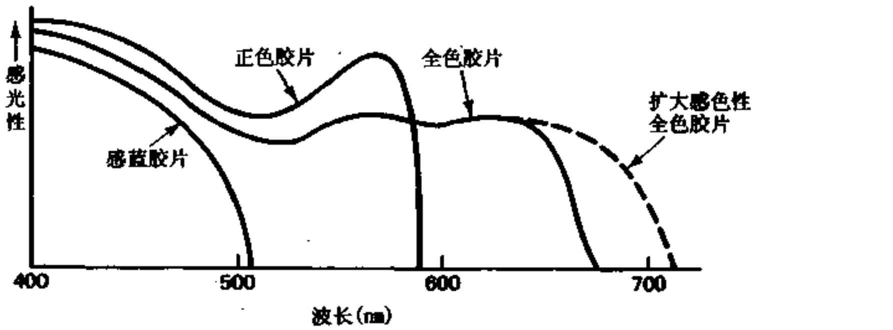


图 4.16　四种黑白感光材料的感色性曲线。把全色胶片的感色性扩大到 720nm 可以提高感光度，特别是在钨丝灯照明条件下。但是对一般摄影作品来说，从这种负片获得的最终正片上，各种红色的再现可能淡得无法接受。

图 4.18 三种主要彩色胶片类型及其(不加滤光镜)与各种白色光源的相容性。

胶片类型	色温	光 源
"灯光型"或 B 型	3200K	摄影室钨丝灯
灯光型电影胶片或 A 型	3400K	摄影灯
"日光型"	5500K	日光 + 天空光及大多数摄影棚闪光灯

销路都很小。

摄影师可能常常不得不挑选与光源类型最接近的胶片类型，然后再在镜头上加装适当的彩色补偿滤光镜以对不匹配的情况进行补偿。即使对于彩色负片，也最好是在拍摄阶段使照明和彩色平衡尽量一致，而不是最后一味依赖彩色印放阶段的滤光调整。(参看附录 E)。

倒易律失效

对非常暗的影像进行长时间曝光时，产生的胶片感光度降低的情况通常以某种形式的图表来表示(图 4.19)。短时间的倒易律失效意义不大。现在的各类型胶片都设计成一般可以响应非常短暂(1/ 10000 秒)的明亮影像，因为这是某些形式的闪光装置的需要。不过，长时间的倒易律失效意味着可能需要延长 1 秒或更长的曝光。在使用光圈优先的自动曝光相机时要记住这一点，因为这种相机很少把倒易律失效问题考虑进去。要用相机上的曝光补偿刻度盘进行修正。

对于彩色感光材料，对某种形式的浅色校正滤光镜可能也列出了详细规格。滤光镜的颜色随胶片的厂牌和类型的不同而不同。专

图 4.19 倒易律失效因胶片厂牌及类型而异。对于彩色反转片来说，还需要用表中列出的 CC 滤光镜来补偿彩色平衡偏移。

规定曝光时间▶	1	10	1000 秒
大多数黑白胶片	+1 级 -10% 显影	+2 级 -25% 显影	+3 级 -35% 显影*
埃克塔彩色 100T	—	—	+1 级
埃克塔克罗姆 64	+½级	+1½级 CC10C(青)	+2½级 CC10C(青)
富士克罗姆 400	—	+½级	+1 级 CC5Y(黄)
爱克发克罗姆 200	+½级	+1 级 CC5G(绿)	

*减少显影仍保持正常反差。

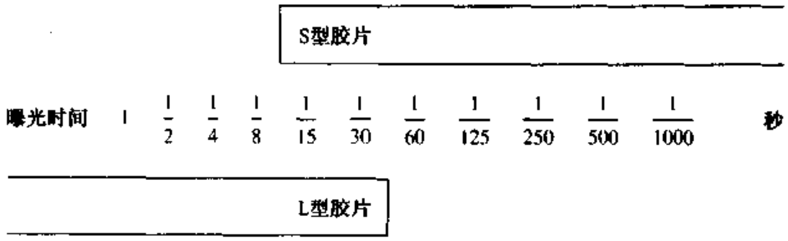


图 4.20　L 型专业彩色胶片的曝光时间为 1/30 秒或更长。S 型胶片的曝光时间为 1/15 秒或更短。L 型为灯光型，色温 3200K，S 型为日光型。

业彩色胶片的倒易修正是非常严格的，有时制作不同种类的胶片以适应不同的曝光时间(见图 4.20)。对于要求严格的记录工作。影室人像摄影等，要尽可能准确的按制造商推荐的数据进行操作。幸运的是，在大量的现场光摄影中——例如在黄昏或夜晚拍摄的——轻微的色彩变化被认为是很自然的事情。只要记住采取包围法曝光，使曝光时间每次都更长一些，一般就可以避免复杂的滤光和多步骤的计算(会导致更多的倒易律失效)带来的麻烦。

产品编码

胶片制造商用各种方法给产品做上标记，以便识别类型和批次。大多数散页片上都用代码缺口(图 4.22)表明胶片类型，除了包装盒上印有批号外，每张散页片的边缘处也可能压印有批号。代码缺口的优点是操作者可凭触摸知道要装入的胶片的类型。胶卷的类型信息印在背纸开头和末尾部分，并用光印在胶片边缘处以供冲洗后识别。大多数暗盒装 35 毫米胶卷都使用 DX 编码，自动把胶片性能输送给照相机。

图 4.22　位于散页片右上角的几种缺口编码。

在暗盒外侧有一个分成 12 个正方形格子的矩形区域，有的方格表面是闪亮的金属层，有的表面敷上绝缘涂料，这些明暗相间的方格形成国际象棋棋盘一样的图案，DX 编码信息就是通过这组图案传递的。如图 4.23 所示，有金属光泽的方格 1 和 7 总是不带涂料，作为导电触点。照相机暗盒仓内的探头用这个公共区做为接地。其它方格位置上的探头或者是触及裸露的金属层而接通电路或者是触及涂料而被绝缘，这两种情况会导致电池电流的断通，从而读出了 DX 编码信息。有五个方格负责传递胶片的 ISO 感光度信息。还有三个方格向照相机传达胶片的长度——这个信息可以用来给液晶显示的“剩余画幅”计数器和自动倒片编程。最后两个方格的编码内容是关于胶片的曝光宽容度是窄(彩色幻灯胶片)还是比较宽(彩色负片)，这个信息用来修正照相机的自动曝光程序。如果照相机的测光系统工作原理是比较亮部和暗部的若干个测光点，那么这两个方格的数据也是有用的。

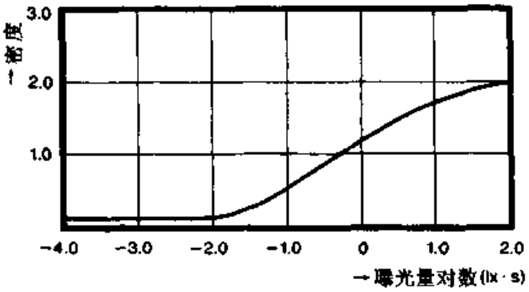
爱克发潘 25 专业胶片

感光度

ISO 25/ 15°

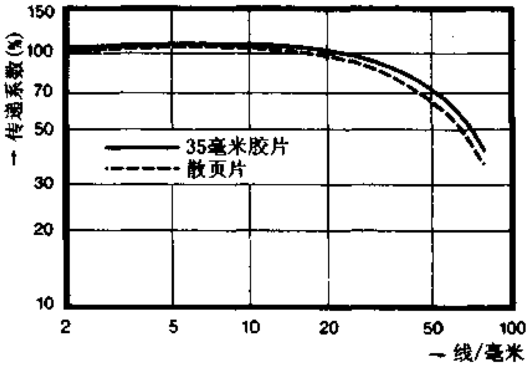
密度曲线

曝光：日光 1/ 100 秒
显影：REFINAL，4 分钟，20℃
密度测定：M 状态



清晰度

调制传递函数(MTF)
密度测定：目视滤光镜
曝光：日光



解像力

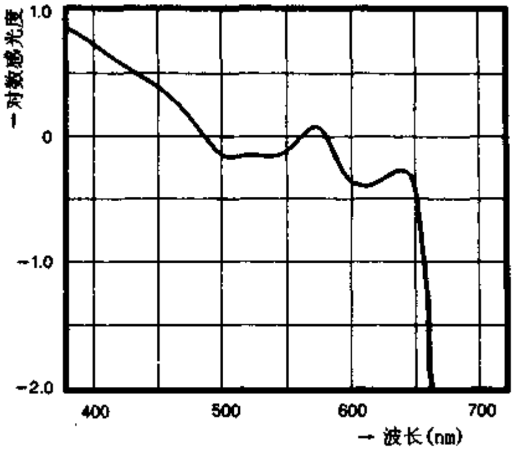
185 线/ 毫米(反差 1:1000)

颗粒度

漫射 RMS 颗粒度(×1000) =8
在漫射密度 1.0 的条件下测定，并使用带 48μm 孔径的目视滤光镜(vλ)。这个值相当于 12 倍放大。

光谱感光度

(相对于等能光谱)
全色性。
图示曲线的密度为灰雾水平以上 1.0。感光度为形成给定密度所需曝光量(单位：mWs/ m²)的倒数。



乳剂结构

带保护层的单层乳剂。
厚度：7μm

片基

安全胶片(乙酰纤维素)，德国工业标准 DIN15551。
厚度：35 毫米胶片　130μm
　　　胶卷　95μm
　　　散页片(聚酯片基)　175μm

防光晕层

35 毫米胶片：
带 AHU 层灰色片基，AHU 层在显影液中透明。
胶卷和散页片：
深绿色明胶背层，在显影液中变成透明。

倒易律效应

测定的曝光时间(s)	1/10000 - ½	1	10	100
曝光修正(级)	-	+1	+2	+3
显影修正(%)	-	-10	-25	-35

为了获得相同的反差范围，显影时间必须缩短。

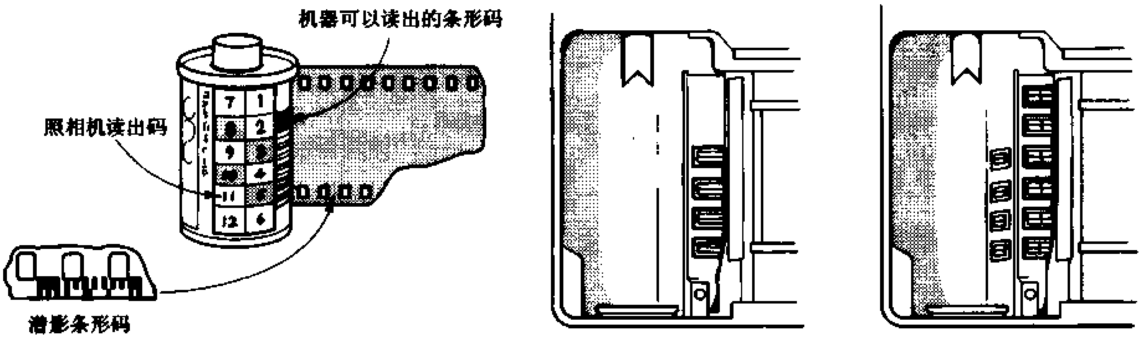


图 4.23　DX 码。暗盒上的国际象棋棋盘图案(图中标有数字)通过照相机胶片仓内的探头使电路接通。中图：简单照相机只有三个或四个触点。右图：高级相机多了六个触点，有四个与方格 7~10 接触(胶片长度，宽容度等)。

高级的 35 毫米照相机有十个探头，排成两行，以便充分利用 DX 编码的全部信息。少于六个探头的照相机把 ISO3200 胶片按 ISO1600 处理，而最简单的只有两个探头的照相机则把所有 ISO800 及感光度更高的胶片都按 ISO400 处理。把没有编码的暗盒装进相机会出现什么情况，这要取决于相机的设计。大多数照相机都把 ISO 100/ 21°做为缺席设置；有些相机则存储最后一次装入的胶片的数据并按此数据设置感光度，然后在取景器内和顶部显示板上发出闪烁警告信号。如果把不同种类的散装胶片装入旧暗盒内，一定要小心。对于特殊 ISO 感光度，可以买到带不干胶的、印在金属箔上的“重新编码”标签。

35 毫米暗盒上还有一组条形码，暗盒装到冲洗车间的设备上后，设备会立即识读这组条形码，以便把胶片按不同冲洗工艺分批冲洗。最后，沿整个胶片的边缘还有一条光印的代码图案，胶片冲洗后，自动印扩机可以识读这些代码，并对滤光和曝光做出相应调整以适合具体胶片的各种参数。印扩机编好的数据库程序可以检索某种具体胶片的彩色平衡和典型的影像密度范围(存有数十种不同类型胶片的性能)。洗印识别也已应用于 APS(先进摄影系统)暗盒式 24 毫米宽胶片，这是专为业余摄影者设计的胶片。参看《基础摄影教程》一书。

特种感光材料

一步成像照片

图 4.21　对面页：制造商提供的一种慢速黑白胶片技术数据资料的一部分。各种实际性能在资料中都用数量表示，只要能读懂资料中的内容，就可以与其它类型的胶片相比较。爱克发公司提供

现在一步成像摄影材料品种繁多，既有适合于一般专业摄影人员及业余摄影者的，也有适用于各类应用摄影的。一步成像黑白摄影材料还包括供线条复制用的高反差剥离型，以及在困难场合下仪表记录用的 ISO 3200/ 36°一步成像材料。大多数剥离型和一体型

摄影材料都是成包供应，或者用于一步成像照相机，或者用于专用的相机后背，这些后背可装到普通的大幅面、中幅面或小幅面的照相机上。有些4×5英寸散页胶片有成包的，也有装入单个的封袋的，而且少数几种一步成像胶卷仍然有售，这类胶卷用于比较老式的宝丽来胶卷式一步成像照相机和后背。剥离型8×10英寸彩色胶片装在专用封袋内，用于大幅面专业照相机。这种胶片的“冲洗”就是将胶片送入一个单独的药囊压破装置，这个装置上有一对8英寸长的电机带动的挤压辊。用于彩色和黑白一步成像幻灯片的剥离型35毫米胶片在第5章“剥离式材料如何工作”中详细讨论。

对于需要立即确认结果的摄影师和科学家来说，一体型和剥离型一步成像照片都是重要的手段。但是除非对原景物多拍几个镜头或者使用可回收黑白底片类型的材料，否则很难用一步成像照片进行复制或放大而不损失影像质量。一步成像照片上的复杂药剂对温度也很敏感。因此在接近冰冻的气温下位于室外拍照，摄影材料显影过程中必须对其加热，否则很难得到照片。即使算上节省下的冲洗费用，一步成像照片也比普通胶片贵。彩色一步成像材料的色彩平衡是针对日光和闪光照明的。对于其它光源，可以加用摄影镜头校正滤光镜，但是这种滤光镜在密度和色调上可能与普通彩色胶片所用的稍有不同。

黑白反转幻灯片

作为对一步成像摄影材料的替代，还可以使用专门在暗室反转冲洗的35毫米胶片来制做效果极好的黑白幻灯片。爱克发Scala 200就是这样一种胶片。黑白反转胶片的最终影像没有颗粒、影调范围丰富；但和所有的反转感光材料一样，和负—正操作相比，曝光宽容度要小。这是复制供演讲、档案等用的展示照片的好办法，影像质量的损失极小。

高反差软片

这种黑白胶片的英文名称来自平版印刷照相制版，现在仍在印

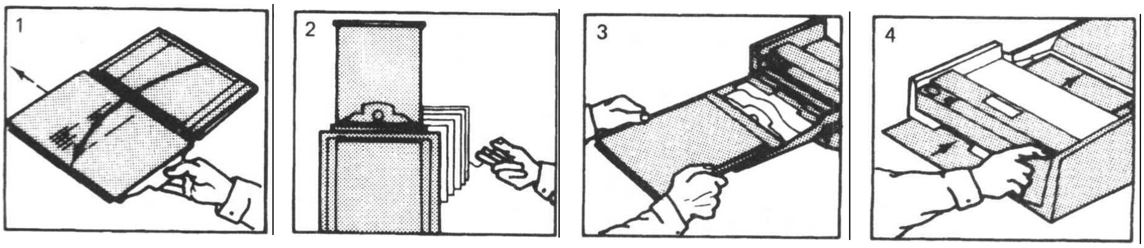


图4.24 8×10英寸剥离型一步成像摄影材料的使用。1：打开专用暗盒，装入一张放在扁平封袋内的摄影材料。关上暗盒，然后从暗盒底部把封袋单独抽出。2：暗盒按正常方式使用，装到相机上进行拍摄曝光；3：暗盒以及接受纸和药囊都被放到加工装置上。4. 马达把曝光的胶片从暗盒中拉出，让胶片和接受纸一起从一对挤破药囊的挤压辊中间通过。然后，把胶片和接受纸剥离开。

刷工业的线条原稿、文字稿等方面使用。这种感光材料有35毫米(大盘装)、散页片以及宽幅胶卷等形式。按规定冲洗后，会形成反差极大和非常高的最大密度(见图4.13)。高反差软片的感光速度很低，并且大多数类型都具有正色感光性，因此可以在深红色的安全灯光下很方便地操作冲洗。高反差软片应在高反差显影液中显影，这种显影液的工作方式很独特。显影过程中的副产物增加了药液的活性，所以一开始显影速度慢，随着影像的形成而速度加快。这种所谓的“感染”显影使高反差软片具有极深的黑色和纯净的白色，并且没有任何中间色调。感染显影还造成了边缘效应，这有助于提高清晰度。

如果要获得准确重现的效果，那么精确的曝光时间和冲洗时间非常关键——过度曝光和过度显影都会使影像变暗和扩散，损失细节。高反差还会使不均匀的被摄体照明更加明显。大多数这类感光材料冲洗到极大反差时，往往会在影像上出现许多透明的疵点，这些疵点需要用遮光颜料涂盖。高反差显影液中的对苯二酚显影剂在10℃以下会大大降低活性，所以一定要保持正确的温度。

高反差软片适用于任何只有纯黑和纯白两种颜色的被摄对象。利用它可以把图表文字制做成清晰的(负像)幻灯片。这种软片还可以用来制作强光蒙片。还可以制作幻灯片，方法是利用放大机或复制照相装置，把35毫米高反差软片针对普通连续影调底片曝光。可以得到三种可能的结果：在D76型显影液中冲洗会得到正常反差、连续影调黑白幻灯片。过度曝光后再在稀释到正确浓度约四分之一的高反差显影液中进行观察显影，这样得到的幻灯片反差正常而色调极暖。(这很像用同样方法处理的高反差相纸，参看《基础摄影教程》。)最后，就是通过仔细的曝光和标准的高反差显影，可以把连续影调的画面转变为完全的黑白影像。

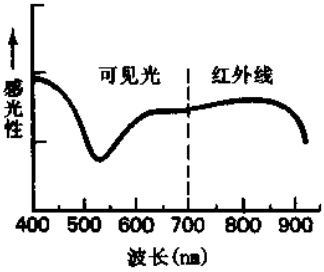


图4.25 一种黑白红外线的感色性曲线。虽然感光性已大大超出可见光的范围(700nm)，但这种胶片也感受红光、蓝光和紫外线。这种情况可用深红色滤光镜或只透过红外线的滤光镜来控制。

制版／线条胶片

这种胶片和散页片的尺寸一样，也是高反差材料，但是它们达不到高反差软片的那种极深暗的黑色。不过，这种胶片可以在任何高反差显影液中冲洗(D11型甚或照相纸显影液)，这类显影液的保存性优于高反差软片显影液，并且因为不存在感染显影现象，所以对显影时间要求不那么严格。解像力约为160线对／毫米。如果要把一般线条原稿转变成线条底片，再在溴化银相纸上印成纯黑白影象，那么使用制版感光材料是一个方便的办法。

黑白红外线胶片

市场上有两三种牌号的正常反差负片，它们的感光性专门延伸

图 4.26 西蒙·马斯登利用深红色滤光镜，在红外线黑白胶片上拍摄了这座爱尔兰的莫伊德鲁姆城堡。红外线胶片帮助形成一种富有传奇性而又阴森森的效果。鲜活的绿色植物所含的叶绿素强烈地反射着阳光中的红外线，看上去像是发出一片冷光。滤光镜使蓝色天空变暗，使白云分外突出。

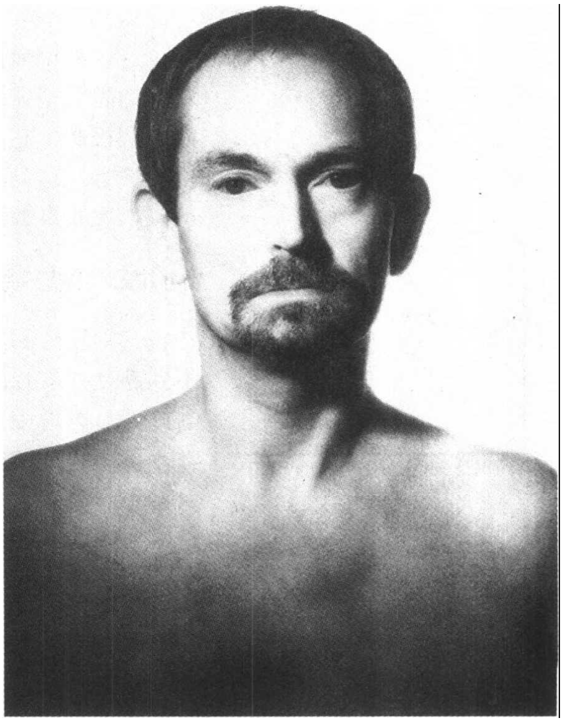


图 4.27 这幅人像是乔恩·巴恩斯（Jon Barnes）使用同样的红外线胶片和滤光镜拍摄的。在苍白的脸部色调衬托下，一双深色眼睛直盯盯地看着你。这种感光材料把表皮下面的特点也暴露出来了，例如像这个男子胸部的静脉血管。

滤光镜 (柯达编号)	ISO 设定* 日光	灯光
25(或 29、70 或 89B)深红色，可以目测调焦	50	125
88A(或 87)不透明	25	64
无滤光镜	80	200

*假定在不用滤光镜的情况下测光。

图 4.28　柯达红外线黑白胶片的有效感光度设定值根据所用的滤光镜而定。不透明的滤光镜并不实用，而且还可能导致胶片感光速度过慢。

到近红外线波长(见图 4.25)，规格有 35 毫米胶片、胶卷和散页片。这就是说这种胶片接受鲜活绿色植物反射出的阳光中的红外线，与其发生反应。例如，阳光下草木茂盛、郁郁葱葱的景色，特别是伴随着春季萌生的新枝嫩叶的景色，反映在黑白红外线胶片上却是一片奇特的“白雪覆盖”的景像。但是红外线胶片对可见光谱的大部分，特别是蓝色光也能感受。为了最大限度地利用红外线的效果，还应使用一个只能透过红外线的滤光镜，遗憾的是，这种滤光镜对于人眼是不透光的黑色，因此在单镜头反光相机或大型专业相机上看不到被摄对象而无法构图和调焦。所以常常用深红色滤光镜来代替。(参看图 4.28)。

根据不同的厂牌，加用滤光镜的红外线胶片，其感光速度在 ISO50 到 200 之间。冲洗时可用最普通的胶片显影液 D76 之类。印出的照片看上去有颗粒，蓝天和绿色变成深色，红色变成非常浅的灰色。另外，凡是强烈反射红外线的部分，细节都稍微有些模糊，这是由于红外线穿进某些被摄体表面的方式造成的。所有这些特点给景色罩上了一种奇异飘缈的气氛，把人像都变成了双目直视、嘴唇苍白、表情木然的呆滞面孔。红外线还能穿透薄雾(但不能穿过水蒸汽、浓雾或烟)，使远处风景变得格外清晰，这一特性使红外线在航空摄影上非常有用。此外红外线还应用于医学和警务摄影，例如像伪造品侦测，在这些场合，红外线可能会分辨出肉眼不能看到的细节。

钨丝灯和闪光灯这类光源发射出大量红外线可用于被摄体照明。有些胶片还能记录从热物体反射、传播或辐射的热，但是这类物体的温度必须在 250℃ 以上，一直到白热温度。(如果你愿意，可以用一个功率强大的电炉给景物照明。)要记住大多数照相机镜头都不能把红外线聚到与可见光完全相同的焦点上。如果照相机镜头设定标记的一侧有一条红线，就应目测调焦，记下在普通标记位置时的景物距离读数；然后把这个距离重新设置，对准红线。另一个方法，把光圈收到足够小，这样也能够抵销误差。测光装置的精度也不一定靠得住，这取决于该装置对红外线的响应。如果使用手持测光表，对于柯达胶卷感光度设定为 ISO50，而且不要通过滤光镜测光。这样测出的数值就是装上深红色滤光镜的照相机的正确曝光量设定值。对于每张照片都按分次多级法拍摄一组曝光量不同的镜头，这一直是最稳妥的办法。

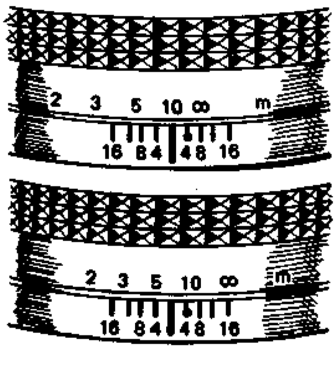


图 4.29　圆点表示红外线调焦设定。如果被摄体的可见光线在镜头 10 米的位置上能够清晰聚焦(上图)，那么就把 10 米重新设定，对准圆点(下图)。

彩色红外线胶片

这是一种“伪色”反转 35 毫米胶片和航空摄影胶卷，这种感光材料在许多方面都与黑白红外线胶片不同。彩色红外线胶片有三

滤光镜颜色	影像颜色	把影像颜色转变为
除了深黄色滤光镜还有		
青色	绿色	更多的品红
蓝色	青色	更多的红色
品红	蓝色	更多的黄色
青色 (CC50C)	在钨丝灯光下得到日光效果	
代替深黄色滤光镜		
深红色	全为黄色	
深蓝色	全为蓝色	
深绿色	各种更冷的颜色	

图 4.33 用于红外线埃克塔克罗姆胶片的各种深色滤光镜的效果(正规使用深黄色)。加装了哪种滤光镜，就通过哪种滤光镜进行测光，胶片感光度设定为 ISO200/24°。

个乳剂层，但这三层乳剂并不是对蓝、绿、红光感光，而主要是对绿光、红光和近红外线作出反应。(这种胶片一般通过深黄色滤光镜曝光以降低感绿、感红乳剂对蓝光的感光性。)三个乳剂层分别形成黄色、品红和青色。这种做法的实际效果是反射红外线的绿叶记录在感绿和感红外线乳剂层里，从而形成品红(见图 4.34)。红的涂料、花朵和嘴唇表现为黄色，蓝天变成深蓝色或青色。(参见彩图 4.30、31、32)。

红外线彩色胶片在航空摄影上应用非常广，能够把伪装物与其周围活的树木枝叶区别出来，把健康生长的树林与有病害的林木区分开来。这种胶片还可用于医学拍摄及军事拍摄等方面。在一般编辑和时装插图中，这种效果奇特的胶片和鱼眼镜头一样——应用上受到很大限制。

春季里在直射的阳光下用红外线胶片拍摄风景会获得最令人惊异的效果(新生植物所含的叶绿素最丰富，而叶绿素是反射红外线的)。为了得到不同的伪色效果，可以尝试把深黄色滤光镜换成其它深颜色的滤光镜，参看图 4.33。相机镜头还应正常调焦，因为尽管胶片能够响应红外线，但它仍以使用可见波长为主。红外线埃克塔克罗姆胶片在标准的 E-6 显影液中冲洗。

彩色复制胶片

有若干种反转型和彩色底片型的复制用彩色胶片，规格有散装 35 毫米胶片和散页片。所有这类胶片的反差都稍低，特性曲线(图 4.35)的大部分长而且直，趾部极短。复制胶片具有这些特点的原因是，在翻拍照片、复制幻灯片、以及将照片或幻灯片制做成彩色负片时，要避免出现两个问题：一个是形成过大的反差，另一个是虽有正确的中间影调值，但暗部或亮部的影调值和色值却被压缩了，这样就使复制出的东西像是从影调较暗、质量不好或亮部有轻

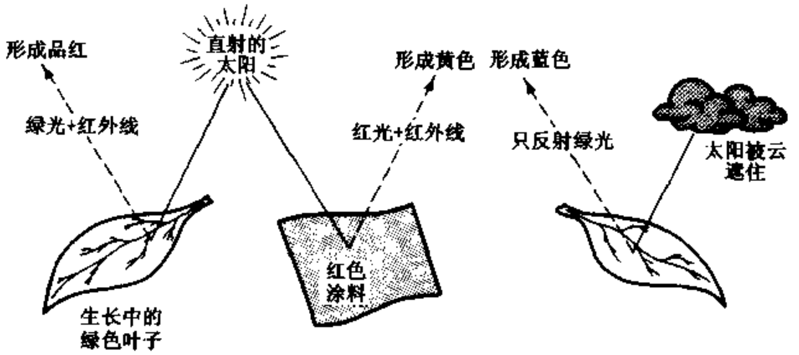
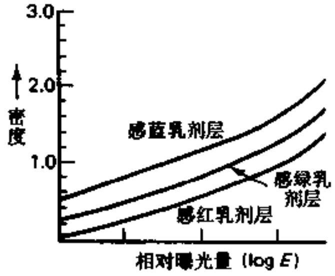


图 4.34 红外线埃克塔克罗姆胶片的伪(假)色响应根据照明光线中红外线的含量而变化。在直射的阳光下，生长着的植物所含的叶绿素把红外线和绿光波长一起从其表面色素上反射出去。叶子的影像因此再现为品红(参看正文)。红色涂料反射红光和红外线，在胶片上再现为黄色。阴天时，或在阴影处，几乎没有什么红外线辐射到叶子上。因此叶子只反射绿光，绿光再现为蓝色。参看彩图 4.30。



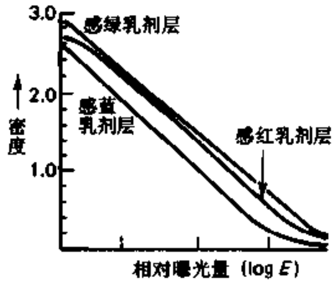


图 4.35 用于复制原有照相影像的彩色胶片的特性曲线。上图：底片-正片法彩色中间底片。下图：埃克塔克罗姆复制用幻灯片

度灰雾的原件翻拍的。如果用普通摄影胶片进行复制，就会存在这两个问题。

供复制用的彩色感光材料一般都是灯光型。用正规的 E-6（反转片)或 C-41(负片)工艺冲洗。

显微摄影反转彩色胶片

用于通过显微镜拍摄的胶片要能够克服显微镜成像时许多标本的低反差。所以显微摄影幻灯片的特点就是具有略高于正常的反差和浓的色饱和度。显微摄影胶片的这些特点使它也可以用来把彩色或黑白图画、线条艺术作品等制做成清晰的放映用幻灯片。这种胶片对曝光要求严格，最好用包围法曝光拍摄，曝光量相差不要超过半级。

内容提要

●早期的卤化银乳剂只能感受蓝光，而且是用手工方法简陋地涂敷到玻璃板上。今天，对于晶体的生成、非常薄的多层涂层和添加剂的使用，胶片工业都能进行前所未有的控制。由此产生了关于感光度、彩色逼真度、清晰度及无颗粒性等新标准——但是与记录静止图像的电子方法的竞争正在不断加强。

●在解像力、影调范围和色彩饱和度方面，幻灯片和透明正片是无与伦比的。它们仍然是印刷复制的优先选择。不过，胶片的彩色倾向性则随厂牌而异。

●感光度标定值在许多方面都是主观的。对于大多数感光材料来说，这主要取决于操作者确定的冲洗程度(彩色负片的灵活性最低)。而冲洗本身又取决于被摄体和照明反差。

●幻灯片和透明正片对于曝光和照明光线颜色的误差宽容性最低。在最不利的条件下拍摄时，尽量使用彩色(或黑白)负片——然后可以在印相阶段进行补偿。

●在其它条件都一样的情况下，采取从拍摄到最终影像的最直接的途径通常会获得最好的效果。如果需要多份幻灯片(彩色或黑白)，就重复拍摄被摄体；为制作彩色照片或大型展示用透明正片，就用彩色负片拍摄，制作黑白照片就用黑白负片拍摄。

●所有彩色染料都会随时间推移而变化。不同类型、不同颜色的染料，它们的“暗”贮藏稳定性和“亮”贮藏稳定性各不相同。彩色材料要避免潮湿、热、有害气体和长时间暴露在明亮光线下(包括幻灯放映)。

●与高感光度的、厚的乳剂有关的颗粒（“噪声”）在影像的中

间影调部分表现最突出，可以用颗粒度来进行客观测量。“颗粒性”更带有主观色彩，它综合了对颗粒大小、影像细节和反差、曝光和冲洗、后期处理、放大以及成品影像展示条件等多方面因素的视觉印象。

●影调交界处的化学作用改进了细节的视觉表现。边缘效应在高锐度乳剂和显影液中得到加强。

●MTF 图用曲线表明了乳剂的调制度与频率(周／毫米)的关系。还可以把照相机镜头的 MTF 性能与这种关系结合起来。

●特性曲线反映了影像密度和曝光量的关系。特性曲线有助于比较反差、感光度、最淡和最深的影调，以及冲洗效果。彩色胶片的密度通过相应的 A 或 M“状态”三色滤光镜进行测量。

●光谱感光度曲线说明了乳剂对波长的响应(感光度对数)。曲线表明了响应和截止频率的一致性。彩色胶片三原色乳剂层的相对光谱响应是设计成在某一特定色温的照明下能够准确记录被摄体的各种颜色。

●胶片感光度因倒易律失效而损失的程度，随胶片类型和厂牌而不同。公布的数据资料介绍了如何通过补充曝光来修正，最好是用加大光圈的办法。黑白感光材料可以通过改变显影条件来补偿倒易律失效引起的反差变化。彩色胶片可能需要使用校正滤光镜。S 型和 L 型两种专业彩色胶片的快门速度和照明彩色平衡分别适用于短时间曝光和长时间曝光。

●包装上和胶片自身上的编码(缺口、数字以及用光印在胶片边缘上的代码)提供了用于识别的信息。如果照相机暗盒仓内有足够的检测探头，35 毫米暗盒上的 DX 编码可以给照相机提供关于胶片感光度、长度以及曝光宽容度的信息。如果没有 DX 编码，照相机可能会自动设定为 ISO100／21°.

●一步成像摄影材料有剥离型(用于普通相机的后背)和一体型，一体型用于光路上有一个反光镜的照相机。35 毫米规格的胶片包含彩色或黑白一步成像幻灯片，但必须使用宝丽来手持冲洗装置。一定要把即显这个优点与费用相权衡：只能得到拍摄时的原大照片(除非使用可回收底片进行放大)；而且在温度比较低时不能正常工作。

●高反差软片在高反差显影液中能形成极大的黑白密度和反差(感染显影)。曝光要求严格，影像上容易出现透明疵点，不要忘记保持显影液的温度。用途包括拍摄线条原稿、制作强光蒙罩等。在低活性显影液中冲洗，可以用正常反差负片在高反差软片上获得连续影调的投影正片。

●35 毫米黑白反转胶片是制作供演讲等用途的黑白幻灯片的最

直接、影像质量最好的方法。

●红外线黑白胶片的感光性扩大到了约900nm。与深红色滤光镜或只能透过红外线的滤光镜一起使用，这种胶片会把阳光下生长中的绿叶、嘴唇等记录为白色，把蓝天记录为黑色。强光部分有扩散现象。风景和人像看上去给人一种奇特的、有颗粒的、非现实世界的感觉。重新调节聚焦刻度或把光圈收缩到适当程度以保证影像清晰。

●红外线彩色反转胶片(黄色滤光镜)提供各种伪色。反射红外线的植物被记录为品红色，嘴唇和红色涂料记录为黄色，形成各种奇异的效果。这种胶片对于空中调查植被和某些医学、军事等方面的应用非常重要。

●彩色复制负片(或反转片)是一种中间材料——这类胶片反差低，特性曲线是长长的直线，这些特点正是把现有照片或幻灯片翻成供复制用的彩色负片或副本幻灯片所需要的。

●显微摄影反转彩色胶片具有略高于正常的反差，用于从低反差的显微镜影像制做幻灯片(也用于彩色图表复制)。

5

感光材料如何起作用

这一章我们将讨论感光材料，尤其是彩色胶片是如何起作用的。本章将探究把奥妙的原理运用于实践的方法，并把感光材料怎样记录影像与我们人的眼睛直接看到的被摄体有关的方法进行比较。因此，这一章首先叙述眼睛和大脑怎样接收并解释色彩的感觉并且把这一点与彩色胶片较为固定的化学反应加以比较。为了控制结果，理解并领会观察到与拍摄之间的区别是非常重要的。

化学摄影的基本原理——当一个卤化银晶体被光子撞击时发生的变化——已在《基础摄影教程》一书中论述过了。简言之，在每平方厘米微粒胶片乳剂中有几十亿个卤化银晶体。银原子根据所接收的光和晶体的感光度（例如表面区）堆积在特殊结构的不完善点处或每个晶体的感光点处，后来，这些感光点形成液态的显影化学药剂的催化剂，使被曝光的晶体变黑，将看不见的影像或潜影变成黑色的银负像。

你们将看到这些年来如何利用这个原理使得今天的各种彩色胶片及一步成像材料逐渐得到发展。本章的后一部分不可避免地将我们带到静上图像的电子录制。这里它将讨论感光的电荷耦合器件（CCD）感应器如何工作，并展望数字存储系统逐渐取代卤化银和液态的冲洗溶液的问题。

看到的和拍摄到的色彩

许多灵巧的发明都基于对“自然的观察”。彩色胶片的工作方法多亏科学家们对什么是色彩进行的基本研究，以及人类眼睛和大

脑对有色彩的周围环境的反应。伊萨克·牛顿爵士17世纪证明，白光实际上是由各种谱色构成的。1801年，托马斯·扬暗示，人类眼睛的视网膜并不含有能辨认每一种可见色彩的感受体，它反而有3种不同的感受体的混合体，即对红色、绿色和蓝色敏感，对此，托马斯·扬称之为光的原色（它与颜料的原色不同，即不是美术工作者所熟悉的红色、黄色、和蓝色）。这“三色视觉”使你们的大脑对来自它所接收的信号组合的任何谱色产生感觉。19世纪50年代，詹姆斯·克拉克·马克斯韦尔用加有红滤光镜、绿滤光镜和蓝滤光镜的幻灯所发出的光重叠在一块屏幕上证明了这一点。暗淡的或明亮的单独幻灯再现了各种谱色，同时，把等量的三原色混合在一起形成白光。(参见彩图5.1)。

今天，人们普遍可接受的是我们的视网膜含有千千万万个视（网膜）杆和锥形细胞。视杆对光更加敏感，但却不能识别色彩。这些不敏感的锥体用由化学成分决定的它们的五种反应形式色彩作出反应。色彩视觉的某些方面并不能都通过三色理论来解释，但这些19世纪科学家的发现对理解彩色摄影仍然有重要意义。与此同时，记住你们的眼睛实际上是你们大脑的延伸，通过每个视觉神经的75万多根纤维与其连接。在处理色彩视觉中，大脑的理解能力如同从眼睛反应所接收的实际刺激一样有很大关联。

彩色摄影的目的似乎是准确地再现被摄体色彩，就像当时它们看上去一样。然而，这里的问题出现了，因为有下列三个不完全适合的因素。

1. 颜色是可以计量的，而且能够被客观地加以界定，例如使用色调、饱和度等术语。

2. 由于眼睛所看到的及人脑所感受到的色彩根本都不是固定的，而是主客的。颜色的外观随不同的环境及观看条件而变化，而且受诸如颜色感受和体验等心理上的和精神上的反应的影响。

3. 只有三种颜料被应用在彩色胶片中构成所有的最终影像色彩。由于这些颜料并不是很纯、很完美，因此，它不可能始终与（1）相一致。与此同时，胶片的反应是相对一致的，而且是由其化学结构所决定的——它绝不可能像人类色彩视觉（2）一样灵活和善于适应环境。

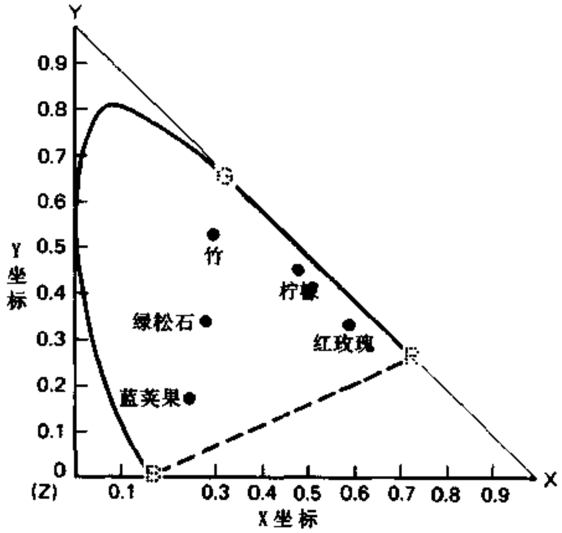
1. 彩色的确切词意

取代模模糊糊地叙述日常生活中所遇到的诸如“粉红色”、“偏黄色”等颜色，物理学家用色调、饱和度和亮度等术语。色调是色彩本身的名称，作为表达诸如绿色、黄色等一种颜色名称的主要波长。饱和度（或色饱和度）表示一种颜色的纯度。一种颜色中

混有的白色、灰色或黑色越多，其饱和度越低。柔和的色彩是不饱和的，特别鲜艳的色彩是高度饱和的。亮度（或明暗程度）是明亮度或逼真度的量度——它能反射多少入射光。

有两种主要的系统，能够确定一种颜色并能用一种数字代码标示。一种是由美国画家A·M·芒塞尔通过一批40多张图表将颜色进行分类而发明的方法。（图表本身组成一个三维球体，参见彩图5.2）芒塞尔系统给每一种颜色一个确定其图表（色调）的参考数字，及其垂直的（明暗程度）和水平的（色饱和度）位置，像一幅街道地图。芒塞尔数字被用作美术家的颜料、印刷油墨和任何染上颜料的彩色产品的相应标准。它受到可用于印刷这些图表的实际颜色的限制。

另一个系统是色度图，它是国际照明委员会（CIE）于20世纪30年代推出的。CIE系统通过使颜色与混合的红色、绿色和蓝色光数量相一致来确定颜色。准确的混合都可以在一图表上被给予一个位置，它标示着这三种光源的相对强度（见图5.3）。大多数色彩——不管是颜色还是色光在CIE图内的某个地方都有一个相应的位置，因此，你们可以利用图的坐标来确定任何一种颜色。



物体	色度图坐标 x	色度图坐标 y	表达因数
红玫瑰	0.586	0.330	12.2%
柠檬	0.473	0.467	51.3%
竹	0.290	0.518	29.7%
抛光的绿松石	0.253	0.325	22.4%
蓝荚果	0.228	0.182	8.3%

图5.3：CIE颜色分类。以基本术语将这个想像为有红色、绿色和蓝色光的白色屏幕——从三个位置向中心发光照射（见虚线字母（BRG）。光所组成的三角形的中间是中性白。来自任何一角的光都在对边中央的0位。从蓝至红的光谱色沿着穹顶形位置（黑粗线）分布。用X和Y坐标确定符合目标的任何颜色。下面的图表是上图中所表示的一些物体的例子。

当然，颜色有各种来源，因此，这就使它们难以用任何颜料或颜色准确地再现，更不用说彩色胶片中的三种颜料的混合物或电脑中的三种磷光体或视频阴极射线管（CRT）屏幕了。下面各种颜色中的一种或全部都可能在你的照相机前出现。

（a）选择性地反射，透射或吸收入射光的颜色和颜料。这里的彩色受到光的颜色和被摄体表面的颜色影响很大。（在某些角度，平滑的表面将反射很大比例的入射光，同时混合有选择地从底面反射的饱和度不足的色彩。）

（b） 通过漫射和散射从白光中获得的颜色。例如，由于大气中的水和灰尘，日光中波长较短的光经散射造成晴朗的天空发蓝。

（c）由于干涉形成的颜色。如从肥皂泡或雨水路面上的汽油反射的颜色。这些变化着的颜色都是由于薄薄的透明膜的内面和外面反光造成的。由于一半波长的取代干涉并抵消这种波长的颜色，从剩余的白色光中组成其它颜色。

（d）由衍射产生的颜色。例如，由一光盘或尼龙纤维的光泽反射出的颜色。这些效果是由于当漂亮的线条图案复盖的表面反射时，白光中某些波长的光方向发生变化造成的。

（e）荧光色。特殊的墨水或涂层，如“白天气辉”布告等上面的颜色，在太阳光或含有紫外辐射的任何其它光源下，它们可产生可见的色光。

（f）发磷光的颜色。能够把光能存储起来，然后以一种有色方式释放出来的物质所发出来的“光辉”（例如，钟表指针上的发光涂层）。

2. 所看到的色彩

正常人的视力非常善于比较两种有颜色的物体，并且能够判断它们是否协调，如果它们是在相同的照明条件下一起被观察的。然而，单独看到的颜色则另当别论。这里所进行的判断因人而异、因情况不同而发生变化。彩色变得个人化了，你们甚至不会相信你们自己的眼睛。看一看人们调谐电视获取“真正”色彩的方法——一些人喜欢彩色明亮、鲜艳，而其他人则喜欢彩色柔和、素淡。

人与人之间存在着各种视力不一致的情况和差异：

（a）彩色适应。光线越暗，人眼瞳孔开得越大（其范围约为5级光圈）。此后，视网膜本身渐渐适应以便增加感光性，极少地依赖视锥（细胞），而是更多地依赖敏感，但不是对颜色迟钝的视（网膜）杆。眼睛最大值的敏感度进一步向蓝—绿色位移（浦肯雅位移）（浦肯雅，1798—1869，捷克生物学家）。然后，甚至这种

色感应消失为零。在极度暗淡的光线下适应约20分钟后，你可能刚辨认出单色物体，然而清晰度非常差并带有一定程度的视觉“干扰”，这减损了几乎所有细部。在一个昏暗月光下的公园里，你只能看见暗灰色的花形——但是闪过一道光，它们的颜色逼真度就会说明我们的眼睛的失误。对于更小的程度，同样的事情发生在一个有高反差照明场合——你们的眼睛在阴影范围比在中间色调和高光部分看到的颜色少。（在彩色印放中有一点要记住——如果被限制在照片的暗区，颜色的不准确就不太被人注意。）

适应性还使“白色”光的视觉判别发生怀疑。当你从一个白光型的荧光管灯照明的地方走进另一个白炽钨丝灯照明的地方时，你对照明的第一感觉就是“黄色”，但是过一分钟左右时间，你所接受的是中性白。当你再返回荧光灯照明地时，你首先感觉照明发“蓝色”。

眼睛的适应性在日常生活中是非常有用的，但在彩色摄影中却是个障碍。彩色胶片却不能按同样的方法作出反应。在昏暗光线下进行长期曝光（不考虑倒易律效应）将记录一定范围的被摄体颜色，这些颜色正是人眼睛所看不见的。胶片还能与包含已知的彩色波长混合物的白光照明平衡（参见118页“色温”条目）。在不同色温照明条件下，人的眼睛对此宁愿视而不见，胶卷将不会准确地再现这些色彩或中性色调。你将不得不使用滤色片进行校正。

（b）色疲劳。你的眼睛对彩色物体的评价受到该物体周围颜色的很大影响，同时也受到你以前所看到的这种物体颜色的影响。对于后一种情况，可用彩图5.4做一个简单的试验。如果这个试验对你起作用，这将是由于你的视网膜上的蓝色感受体变得“疲劳”。但是同一范围的绿色和红色感受体仍未变化，因此暂时更积极地作出反应并产生黄色余像。同样，当一种淡色染料被从一个明快的彩色背景中拿开并被放置在另一种完全不同的颜色前面时，这种淡色染料似乎要改变颜色。眼睛灵敏度有时也使它难以判别彩色照片——你对两种不同色调的试验照片进行比较的时间越长，你越会认为正确的颜色则是介于两者之间的中间色。

（c）个人的彩色视觉。每个人对他们所看到的彩色的反应都有轻微的差异。你能确信你看见的就是其他人所见到的吗？约有10%的男人和0.5%的女人具有某种类型的色视觉缺陷。简单地说他们的三原色感应可能不一致，严重地讲他们不能区分红与绿（即通常所说的“色盲”）。除此以外，事实是人眼睛的光学随着年龄增长而变黄，似乎是我们每个人看颜色都不相同。涉及严格鉴别颜色的工作——例如彩色印放——具备良好的彩色视觉是至关重要的。你可以按S·艾希哈拉的著作《色盲测试》（伦敦H·K刘易

斯出版）中的图进行自我测试。

（d）心里影响。在我们判断“正确”彩色时，我们还都受到经历和记忆力的影响。我看到的绿色可能与你看到的绿色完全不相同，但对我来说，那幅照片中的草与其在草坪上的颜色一样。同样，你知道的某些被人喜爱的花是黄色的，城市公共汽车是另一种熟悉的颜色等。熟悉程度可能使你接受并忽视一种有些被弄得失真的颜色——你无意识地“推断出”这个颜色应该是什么色。另一方面，某些具有新鲜色调的被摄体颜色及普通的食品都受到相当严格的鉴别。你的眼睛往往会看出微小的偏差。完全不熟悉的东西的彩色照片几乎是不可能判别的，除就有某个参照物（例如一灰色级谱）放在一边。

有意思的是颜色确实只有通过比较才可以记忆。你能想像一种你实际上从未看见过的颜色吗?颜色也有很大的情感内涵，并基于经历。红色表示暖和，而蓝色意味着冷淡。这些虽然是老生常谈，但它们在广告中却有效地发挥着作用。因此，你在销售热汤照片中偏爱橙黄色，而对特别清凉的牙膏广告则强调用蓝绿色。

3. 拍摄到的色彩

因为你将很快地看到更多细节，所以，厂家必须在彩色胶片中现仅有的三种颜料的限度之内进行工作。根据这些颜料的不同混合，各种被摄体的所有影像的颜色都必须重新组成。一些荧光和磷片色因而不可能准确地得到还原。甚至有正常颜色的被摄体，如果用对三色感光的卤化银乳剂取得平衡的光进行照明，也将只获得可以接受的再现。靠使用滤色镜来“调整”仅仅可能达到一个有限的程度。在选择他们的三种成像颜料时，胶片厂家不得不在仅有的几种颜色的高准确度与许多可以接受的还原之间进行妥协。不同的品牌用不同的方法解决这个问题，所以，最终的彩色影像在色彩上会因你所选择的胶片不同而有轻微的变化，即使每个胶卷得到正确地使用。

在数字摄影中也存在类似的问题，你的电脑屏幕上显示的图像，是由R（红）、G（绿）和B（蓝）磷光剂组成的，必须再现被摄体颜色。即使你获得的颜色看起来可以接受，它由于以后用黄（Y）、品（M）、青（C）、K油墨输出到打印纸上的颜色而再次出现不同。

由于有这么多的可变性和条件，彩色摄影竟如此逼真真让人难以置信。色彩的“准确”还原似乎是不可能的，简直不值得为之努力奋斗。正相反，你必须认真地控制一切彩色还原的技术方面的问题，这样，结果就是一致的和可以信赖的，同时将人们的视觉看作唯一可以变化的因素。幸运的是，你难得按原来的被摄体检查最终

的结果——因此，至少这里你的大脑阐明你的眼睛所看事物的方法是个有利的因素。

彩色胶片是如何工作的

今天的大多数彩色胶片所依据的原理早在任何人能够将它们付诸实践之前就已经证实了。法国科学家路易斯·杜考斯1868年发表了《彩色摄影》一书，他在书中预言了几种我们现在使用的彩色还原系统。然而，直到19世纪80年代，赫尔曼·沃格尔博士在德国对增感添加剂的深入研究，使正色和全色感光乳剂直到现在还专门用于感蓝的材料中。这为所有彩色的全色性反应以及控制色彩感光度的能力打开了真正彩色摄影的大门。

“减色”法

为了解今天的摄影材料是怎样发展和形成的，设想你曾在30年代工作时，拍摄某个东西以得到彩色照片。你肯定要用全色材料把每个画面拍成三种黑白系列底片——通过深蓝、绿和红滤镜拍摄。被摄体因此大多数是静物，虽然一些昂贵的一次性彩色照相机（图5.5）同时对“分色底片”进行曝光。

显影时，加蓝色滤镜的底片上被摄体的白色部分和蓝色部分成为黑色银，黑色部分和其余波谱（主要为红和绿）的彩色部分则密度很小。通过绿色滤镜拍摄的底片上白色和绿色成了黑色银，而黑色和像红色或蓝色这样的彩色则密度很小。加红色滤镜拍摄的底片上被摄体的红色和白色呈黑色银，蓝和绿色的密度很小。其它色彩和中灰在两张底片或所有3张底片上呈中间色调。

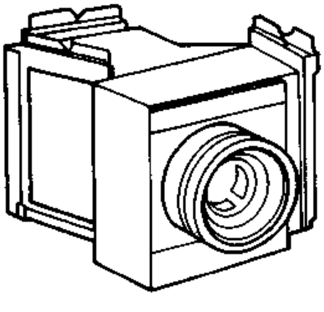


图5.5 “一次性”彩色照相机。在30年代用来同时对3张彩色分色底片进行曝光。相机内有半反射镜，在3个干版暗盒前面有红、绿或蓝滤光。长焦距镜头使用叶片式快门。请与图3.29进行比较。

下一步是用这些彩色分色片制作照片，每一幅用不同的颜色。然后将这3幅正像准确地叠合在一起对齐，这样，你组成了一幅多色彩的照片。更准确地将此进行下去。用蓝色滤镜拍摄的负片印相后被摄体的白色和蓝色自然呈白色，但黑色和与蓝色为补色的所有颜色呈暗色。这幅黑白影像必须用黄色颜料印制，黄色是蓝色的补色（见彩图5.6），从逻辑上讲，你记住这里所有的黑色部分都是“非蓝色”部分。来自绿色滤镜分色负片的照片是用品红色印制的（白色和绿色部分呈白色。所有非绿色区都呈品红色，红分色片用青颜色印制。当所有这三张照片被转印到一张白纸（或透明胶片）上时，这些叠合在一起的染料形成了原被摄体的各种颜色。

如彩图5.7所示，一朵红花在由红色滤镜负片制成的青色照片上呈无色，但是却由黄和品红照片上的染料表现出来。在红花部分，照明最终结果的白色光已通过黄色从其减去蓝色（完整无缺地

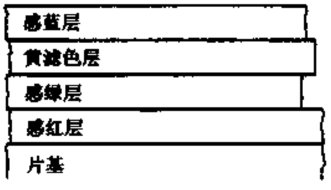


图 5.8　彩色胶片的多层乳剂（简化的）示意图。

留下其绿色和红色成分，然后，绿色被品红色减去。剩下的（红色）所有颜色作为一朵红花从白色纸基上被反射给你。被摄体的其它颜色重新组成相同的方法——通过此图对它们进行探索。这里未表现出来的较淡的和其它颜色都是由这三色影像的少量的混合组成的，但始终仅用 3 种染料。将每种染料当作从不同部位减去其拍摄用滤镜的颜色，这样，最终从白光剩余的颜色形成彩色照片。主要的是说明了为什么每个染料层不能同你最初所期望的原滤色镜颜色相一致，但是必须是它的补色（负片）。

约在 70 年前完成所有这一切的实际例行方法是相当费事的。底片必须与影像尺寸和反差相一致，这样才有 3 张放大照片，早期的染料影像工艺，诸如碳溴彩色印像法、溴釉印像法或水洗浮雕法被用于印制阶段，其结果是通过精确的叠合定位转印到最后的支持物上。今天，我们仍然使用相同的减色法原理，但是，这种具体组合的结果仅保留在经常用的类似照相制版印刷这样的系统中，如用于本书的彩色照片一样。在这里，原来的彩色作品或照片基本上都被复制成三张红—绿—蓝分色片并依次用青、品红和黄色油墨印刷在版面上。（用黑油墨印制的第 4 张未过滤的分色片被用来改进色调范围和反差：参见第 11 章。）

今天，作为一名摄影者，你再也不需要处理减色法彩色还原的技巧方面的问题了。乳剂化学家早已将所有这些步骤加进到现代多层的彩色胶片中。在大多数彩色反转片（幻灯片和透明片）中，堆叠的乳剂在顶部有一个只对蓝色敏感的感蓝层。接下去为感绿层、然后是对红色敏感的乳剂。（这些乳剂通常对蓝色也有一些感光性，但被直接位于蓝色感光乳剂下面的黄色过滤层所抵消，这个黄色过滤层让绿色光和红色光自由通过。在整个冲洗过程中，此过滤层随后成为无色的。）因此，今天在任何照相机里，一次曝光都能有效地记录三个分色。除了几种材料外（一种是柯达克罗姆），印

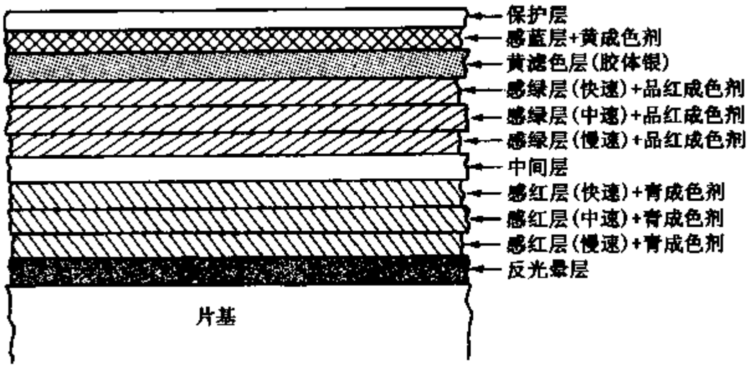


图 5.9　实际上，彩色胶卷包含其它的乳剂层，以改进影像色调范围。反光晕染料吸收反向散射光，顶部涂层有助于防划伤。在干燥情况下，这些涂层都加在一起的厚度只有 0.005 毫米。

有的反转片都使用卤化银和附加“成色剂”——在感蓝光乳剂中，当在整个冲洗过程中发生反应时，这些化学剂以后将形成黄色染料。同样，在感绿光层有形成品红染料的其它成色剂以及在感红光层有形成青色的成色剂。在照相机里曝光之后，反转冲洗的第一阶段是黑白显影，它在乳剂层内形成单色分色负片。然后，剩余的卤化物（用化学方法）被雾化，此胶片进入一种彩色显影液中。这个显影液作用于被雾化的卤化物，实际上这些卤化物在每一层都形成一幅正像。然而，当卤化物被转变成黑色银时，尤其是显影液副产品被生产出来，这又将每一层的成色剂变成他们指定的染料。注意染料只在被雾化的卤化物被显影的地方形成，所以，青、品红和黄色染料的正像是在它们的乳剂层中产生。

在这个阶段，你还不能看见影像的颜色，因为有许多黑银存在——从首显获得的负像，加上在彩显时作为“成色剂”染料的媒介形成的黑色正像。然而，冲洗工艺中的最后阶段漂白并去掉所有黑色金属银，只剩下染料影像。这样，你的结果简直就像老式的很难完成的装配程序，但从本质上讲是通过多层胶片和“彩色”显影（形成染料）完成的。

彩色负片胶片使用有红色、绿色和蓝色感光层相同的原理，分别带有青、品红和黄成色剂。这里的冲洗工艺与反转冲洗工艺的后半部分工序类似。胶卷首先进入彩色显影液，它将已曝光的影像部分转成黑色银，并经过副产品转成成色剂。然后，剩余的卤化银和黑银都被漂白掉。如彩图5.10所示，其结果是一个有负像色调和补色的影像——红花是青色的，蓝天为黄色。负片和它们的冲洗工艺所产生的密度和反差，连同形成染料的光谱特性一起都适合于同一生产厂商的彩色印放相纸。负片/正片彩色相纸将如同彩色负片胶片一样按照相同的普通原理进行工作，形成彩色负片的彩色负像——换言之，一个正的和颜色准确的影像。

色　罩

负片本身并不被认为是最终产品，而是中间媒介。这个事实使生产厂商在负片生产阶段进行一些补救工作，以提高最终的照片质量。例如，以化学方法形成的染料不会像它们应该在实践中表现得那样好。品红色染料往往减少（吸收）一些蓝色光以及预期中的绿色光。青色染料较差并吸收少量蓝色和绿色以及红色光。这时，这些颜色被产生两次——一次是在负片中，一次是在照片中——这些缺陷累积在一起。实践中的效果往往是：蓝色和绿色与黄色和红色相比看起来太暗。红色也似橙色，绿色偏蓝。

为了克服这些染料缺陷，负片被加上一层“色罩”。例如，感

绿层中的品红成色剂会错误地吸收10%的蓝光。生产厂商把染料中原来的成色剂调制成淡黄色（吸收10%的蓝色），因此，虽然在冲洗过程中，这种成色剂从淡黄色变成品红色，但当彩显发生变化时，此时在负片上都保留微量的黄色色罩。就蓝光而言，这么一整层——浅黄的色罩或品红的染料——将均匀地减10%。在影像方面，它现在仅控制所预期的绿色光，不比灰色片对蓝光的作用多。(参见彩图5.11)。

用相同的方法，青成色剂被生成淡红色，像有缺陷的青色一样被吸收相同数量的蓝光和绿光。这些内置的色罩的存在是彩色负片明显地全都呈暖色调的原因，这正是使它难于用眼睛判别影像的正确色彩和密度的特点。

现在的化学，通过增加少量的显影抑制（DIR）成色剂所进行的改进超过了这种固有的色罩。它们使用在胶片中任何一层形成染料的数量来影响其它层与其邻近的产生颜色的数量。这是通过释放一种彩显液抑制剂进行的，该抑制剂从其自己的成色剂中分解出来并向上和向下扩散，但并不影响“主要”层。其结果是一个影像中主要色彩经过改善很丰富，彩色反差更大，但并未过分地改变中灰色调，否则中灰色调会以其它方式产生不谐调的和反差过大的结果。另外，由于有这些抑制的作用，有色区域的中央部位获得的彩色显影略少于其边缘部位。这给细部边缘周围额外增加了密度差并改进了清晰度的表象（参见边缘效应）。除彩色负片之外，抑制剂也可用于反转片。(参见彩图5.12)。

“加色”法

20世纪交替之际，一种完全不同的再现色彩的方法也被开发出来，而且目前仍然以几种现代形式使用。它甚至可以更直接地追溯到克拉克·马克斯韦尔用来初步过滤的灯光所做的示范以及19世纪对人眼的红、绿和蓝色感受体的认识。人们还记得，19世纪70年代和80年代，法国印象派画家莫奈(Monet)，毕沙罗(Pissaro)，索拉特(Seurat)等当年使用“点彩画法”——用并排的画笔及强烈的发光色和细微色调的染料进行绘画的技术。一个意义重大的事实是，销售的第一种彩色摄影材料就是在法国生产的（卢米埃尔的“奥托克罗姆”，1907年）并且从事的正是众所周知的加色法原理。

加色型彩色胶片在片基里长久地混合放置了成千上万个蓝、绿和红色滤光材料，它们就像一个极微小拼缀物或马赛克。不同颜色的数量必须相等（参见彩图5.13），这样从正常的视觉距离上，眼睛看见的胶片正好是中性灰色。全色乳剂涂在片基的一面，此胶

片在相机里被曝光时，涂乳剂这一面要面向镜头。来自被摄体红色部分的光透过小滤片只能到达乳剂。它被绿、蓝滤片吸收，既然通过一扇色玻璃窗的绿和蓝部位发光，它就应该是红色光。来自绿色部位的光只影响绿滤片后面的乳剂，黄光（两种原色的混合物），则通过红和绿滤片等等。

为了看结果，你不妨对胶片进行黑白反转冲洗。在这一冲洗过程中，一小块黑银在已经让光通过的每个滤片后面显影。然后，这块银被消除，剩余的被黑化的卤化银产生正像。因此，当你最终将此胶片朝向白光时，无论该影像红的部分在何处，只有红滤片“被放出”，在绿色部分，你看见绿光，在黄色部分被过滤的光的红、绿斑点的混合物都加起来呈黄色。整个系统依靠人眼不能分辨单个滤片，但可以将不同量的红、绿和蓝光加在一起，重新形成被摄体颜色的全部范围。

这种加色法摄影系统冲洗相对简单，因为它无需彩显。然而，其结果对幻灯片和透明片是有限的，这些结果不能被放得很大，因为那样你开始看见这种马赛克排列图案。影像看起来也比用减色法材料制作的暗淡得多。即使在白色部分，可能只有三分之一的照明真正地在被透射，三分之二被每个滤片所吸收。光的相同损失使加色材料的感光速度很慢，一般约为 ISO50/ 18°。然而，作为一个系统，它因一步成像幻灯片重新流行起来。加色法原理还被用于彩色阴极射线管计算机监视器和电视接收机屏幕。仔细检查被照明的屏幕的白色部分，你可以看见滤片排列图案。(见彩图 5. 13)。

一步成像材料

一步成像材料起源于 1948 年，当时美国科学家埃德温·兰德博士的波拉洛伊德公司（始建于 30 年代，生产偏振滤镜材料）首创第一台“波拉洛伊德—兰德”一分钟照相机及胶卷。兰德的工艺基于扩散精印化学——事实是，在一个已曝光的单色影像正在涂有适当的卤化银乳剂的材料上形成一负像的时候，来自其未曝光部位的副产生物质可能生出向一种接收材料转移（扩散）并在那里作为一种正像显现出现。

片装和单张的 4×5 英寸胶片（袋装）从 60 年代开始已大量取代胶卷，这些材料都被“揭开”，意味着你去掉已曝光的夹层并收到来自相机的材料，等待长时间的精印发生，然后把负像和正像揭开。到了 1972 年，对化学工程学的初步研究增加了“整体”型一步成像材料——相机吐出来的是单张的白色材料，你可以看着彩色影像的形成。

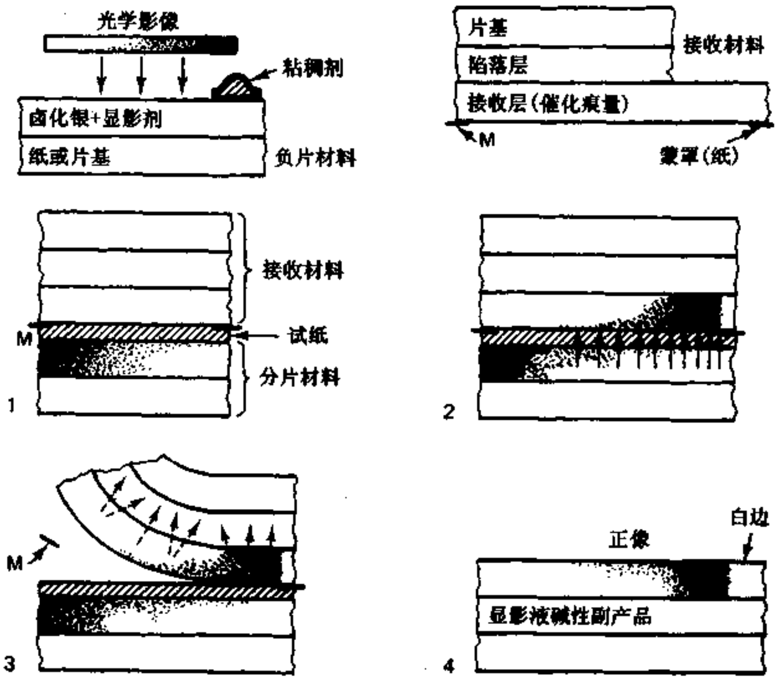


图 5.14 剥离式黑白一步成像材料如何工作。上：在相机中曝光的感光材料及（最右边）图片材料，以后与它面对面叠合在一起。滚轴轧破试剂夹袋并在两者之间分布其包容物。1. 首先，形成负片的冲洗阶段。2. 副产品转印并形成正像。3. 将这两种材料剥离。（防湿纸蒙罩 M 可防止银转移，使你的照片产生白边，而不是黑边）4. 被保留的最终照片。

一步成像材料的革新总是与适合的相机设计密切相关。这是因为，除了经过改造的负片外，在相机中形成的照片与最终的图片尺寸大小相同。生产厂商不得不根据有用的大照片放弃相机的体积。还有，对于整体性的材料，如果你的相机系统从通常设在镜头后面的固定反光镜反射影像，你只能得到一幅左右相反的影像。由于这个原因，普通相机的一步成像后背（参见图 3.2 和 3.26）仍然使用剥离式材料。

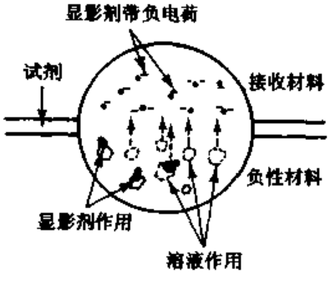


图 5.15 在黑白剥离冲洗过程中的内部反应。活化了的显影剂加上来自试剂中的溶剂，首先在已曝光的负性材料上起作用。然后，它们促进接收材料中的黑银正像的形成。参见正文。

剥离式材料如何工作

典型的剥离式黑白一步成像材料内的基本反应如图 5.14 所示。有三个部分：

1. 含有卤化银的感光乳剂和不活泼的显影剂，涂布在胶片上或（更经常的）纸基上。

2. 接收材料，通常为纸或可渗透的塑料制品，或有时为薄膜。这是不感光的但含有看不见的痕迹，即微量的银原子形成催化部分。

3. 一袋试剂，含有强碱加卤化银溶剂，成“胶质”状。

事实上，（1）对相机镜头影像曝光，然后用来自均匀地分布在它们之间的袋内的试剂与（2）面对面接触。这一步的实际操作

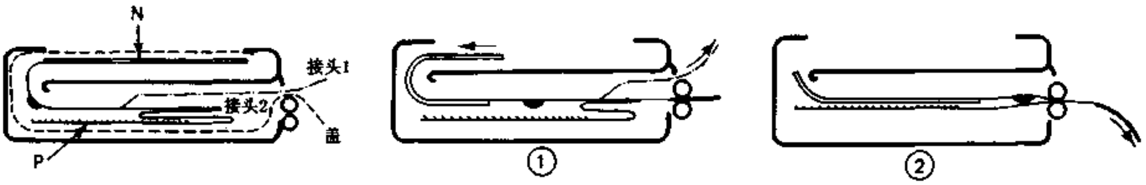


图 5.16 一步成像剥离软片包装。（这里所示的仅为一幅照片成像过程。）滚轴是照相机或固定软片包装后背的永久部分。左上：装上软片包装后，封面页被去掉。感光负片材料（N）此时面向镜头。正片散页（P）装在软片包后仓里。
1. 曝光之后，你拉接头 1，将接头 2 末端拉到两滚轴之间。2. 拉接头 2 使你将整个夹片从相机里移出来，弄破试剂袋同时使试剂散开。负片和正片片基都不透光，可使冲洗过程在相机外面进行，但不会雾化，直到将它们剥离时为止。

技巧是使用一软片包后背，如图 5.16 所示。夹片中的碱迅速与乳剂中的显影剂发生作用，在数秒钟内，显影出一负片的黑色金属银影像。试剂的溶剂成分克服感应阶段，然后在剩余的卤化银上起作用。这些溶剂变成可溶性的银离子，它们如果是在普通的定影液里，就会像副产品一样扩散出去进入溶液。然而，这里，它们是从乳剂里扩散直接进入与它接触的印刷材料的接收层。

同时，胶质状碱也渗透进正片材料，接着是起作用的显影剂，大部分来自已曝光的乳剂的阴影部位，这里几乎未黑化。显影剂将电子送给它们在接收层中碰到的催化部位，使它们产生带负电荷。这样，当可溶性的银离子由其它材料进行扩散时，几秒钟后，它们被带电的原子所吸引——与它们结合在一起形成黑银。大多数银来自阴影部位，极少数来自高光部位，向四面扩散，这样，在接收材料上正像的黑白照片形成了。

对所有这一切的适宜阶段发生之后（根据其产品为 10—90 秒），你将这两者剥离。你的照片无需定影——接收材料上潜在的衰弱层将碱和其它化学品积结并使它们失效。负片被抛弃，除非它是一种可回收型（有片基）。然后，它被浸在 15% 的碳酸钠溶液中，洗洁、凉干。你可以用可回收的负片在正常的放大纸上进行放大。结果很好，只要你的相机里最初的曝光被选作在负片上而不是在一步成像照片上产生最佳质量。

剥离式照片的具体步骤（即画面从纸负片向一接收负片转印）也可以使你得到转印影像的可能性，办法是将被丢弃的负片滚压到另一可供选择的表面，例如有纹理的绘图纸。这被称为“影像转印”。另一个有趣的处理是使乳剂从其正常的接收片基漂浮——“直接”或带有皱折或边缘被撕破状态——到新的材料上。

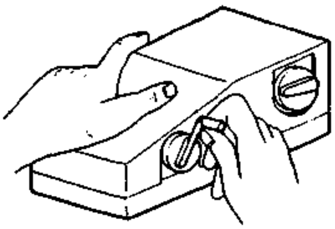


图 5.17 一步成像 35 毫米幻灯片的手动冲洗装置。已经插入的胶片及其所有步骤中的液体化学品软片包都在正常光下进行。整个冲洗时间约 2 分钟。

剥离式幻灯片

波拉克罗姆一步成像彩色幻灯片将剥离式黑白化学的精巧变化与记录彩色的加色法系统结合在一起。这种 35 毫米的胶片片基及其马赛克滤片（见彩图 5.13）有 3 个主要层——接近片基的透明的最终影像接受层，然后是“释放”层，顶层为卤化银。你通过片基对胶片曝光，然后，你将它与一个冲洗软片包放在一小型冲洗装

置内。这里，碱性冲洗液分布到一个35毫米宽的塑料涂布带上，与鼓轮上的胶片紧紧地接触在一起卷起来。已曝光的卤化银立即转变成一幅密度低的负像，而未曝光的卤化银向下位移到接收的片基层，在那里较高密度的正像形成。

你按规定期限(一般为60秒)把胶片和35毫米宽的塑料涂布带卷在一起，然后分别将它们倒回暗盒并冲洗软片包。当它们分离时，涂布带干净地剥掉了胶片上部的负像承载层带以及任何剩余的溶液，这些都是在你扔掉的冲洗包内完成的。胶片本身与有效干燥的正银盐影像被留下，使不同彩色部位的一些彩色滤片不起作用，这样，当把这个幻灯片对着白光时，你可看见原被摄体的所有色彩。

其它一步成像幻灯片材料按相同的基本原理起作用，使（线性艺术品）产生高反差色彩或没有马赛克滤片，并产生正常的或高反差的黑白幻灯片。由于每个胶卷都随其自己的冲洗包一起供应，显影液的型号也总是与胶卷的型号准确地一致。

电子（CCD）传感器如何工作

与胶片相比，硅CCD（电荷耦合器件）影像传感器在照相机内以完全不同的方式工作——更接近于人眼，人们的视网膜含有数百万个视杆和锥体将光转变成为电子讯号。大多数CCD传感器都由一个坚实的网格或大量的极微小的电子元件的“矩阵”组成。彩图5.19可以看得更详细，对于彩色作品来说，一个典型的矩阵有(或与)红色、绿色或蓝滤镜片叠在一起的每个元件，每一个组成被人们称作感光光点。（需要三色滤片利用类似于加色型彩色胶片的马赛克结构的加色法彩色还原，参见彩图5.13）达到光点的影像光提供由硅原子逆向释放的带电荷电子的能量。直接在光点下面的另一硅层，对于这些被释放的电子是可以接受的，仿佛一个容器或

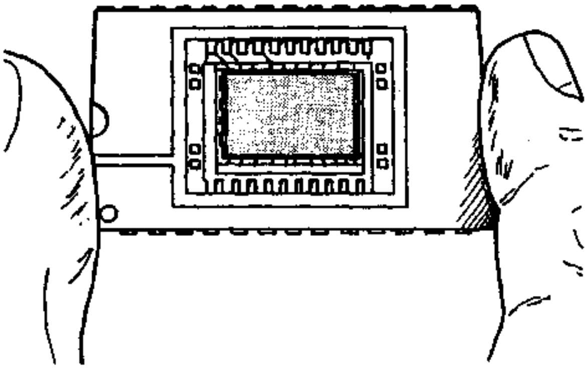


图5.18　一个CCD矩阵，这里的中央矩形，可能载有被保留在成4行里的几百万个极微小的元件（光点）。每一个元件将影像光强度转变成电子信号。

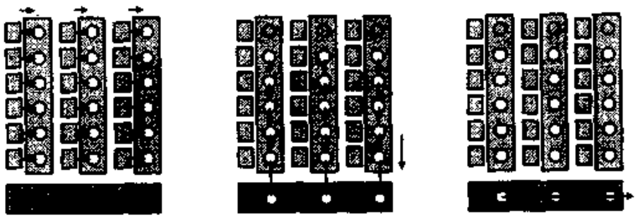


图5.20 从使用“传送带”原理的矩阵CCD读出影像。光电位置“井”的后（期）曝光量可能向一旁或向下转移、办法是向所有的CCD电极应用不同的电压模式（彩图5.19）。A. 曝光电荷一起被移进邻近的和非感光的垂直转换记录器（白圈）。B. 邻近的每个电荷逐步减少，底部电荷进入水平的转换记录器。C. 电荷然后逐步转移到记录器末端，为下一个水平光电位置行列的B和C控制程序重复之前系统地读出。产生的电子信号流代表一幅完整的影像。一旦空白，重新设定光电位置以便接收新影像。

“井”在起作用。在曝光过程中积结的及此后含在每个“井”里的负电荷因此与由其光点所接收的光的数量是成比例的。在影像的最明亮部位，一个“井”可能拥有10万个电子。

紧随着曝光，所有电荷同时转移到邻近的移位寄存器，如图5.20所示，并且作为一种迅速的信号流从矩阵中读出来。广泛变化的图像信号的顺序接下去通过一个模拟数字（A/D）转换器，一般设置在相机或后背里。此转换器有一个重要作用，将CCD的类似胶片的模拟信号的连续范围转换成一个分段式系列，其中每一个色调值都有一个数值（成为数字数据）。其作用颇像将来自胶卷的连续特性曲线的读数变成一个小阶梯上的台阶。用这种方法，该影像成为由点组成的网格，每一个点都用表示它所接受的光量的二进制数码数（比特）进行编码。

比特与字节

用这种数字而不是模拟形式捕捉并存储（“归档”）的照片立即可以应用于以电脑为基础的设备(见第11章)。另外由于是纯数字的，当使用模拟卤化银材料复制时，你不得不接受可以对它们自由复制，不会受你必须接受的影像质量问题的影响。

每个像素能够记录比特值的范围取决于转换器的设计。如果它提供一个3比特的位深度，见图5.22，对于每个像素来说，来自只有8个不同灰级中一个的数据，可以被记录下来。事实上，这太原始了，而连续色调影像中的结果有一个像“多色调分色”一样的外表。因此，信息至少被分成8比特（256个灰色级），这是大多数电脑监视屏显示的灰色调的最大范围。高解像率相机后背甚至可能使每个红、绿和蓝色输出12比特（4096级）——即使最初的“超级采样”在后来的数字加工处理过程中可能不得不被减少以产生可控制尺寸的影像文件。

在数字技术中，8比特通常称为“字节”，字节已被普遍采用作为规定电脑记忆存储的标准单位。麻烦的是，当你有数以百万计的像素读数要记录时，特别是在高解像率的数字相机后背系统中，巨大的字节数字堆积在一起。当你与接收许多影像文件的存储系统

用于表示数字数据容量单位

1字节=8比特=256种色调（即黑、白，加上中间的254可能的灰色调）*
1千字节（K）=1024字节
1兆字节（Mb）=1024千字节
1千兆字节（Gb）=1024兆字节
1太(拉)字节(Tb)=1024千兆字节

*作为比较，1字节为所有上面的或下面的字符或在标准键盘发现的其它符号，提供充足的代码。3字节（24比特）为1670万不同指令提供足够的代码。4字节能够处理42.949亿（2^{32}）等。

图5.21

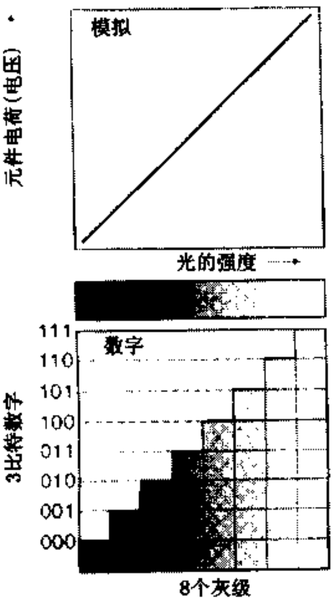


图5.22 将模拟转换为数字。上：CCD对不断增加的光的强度的反应是不断增强的（模拟）电荷。下：数字转换器将信号分成阶梯式的密度级，每个按顺序仅用0和1编成密码。这里所表示的“3比特”粗略变换仅把反应转换成8个灰级。一个12比特A/D转换器每个代码使12个0或1，表明4092个不同的灰级。对于分辨率的色彩来说，表示每个红、绿和蓝波段的12比特可能被捕获——每幅画面36Mb文件。

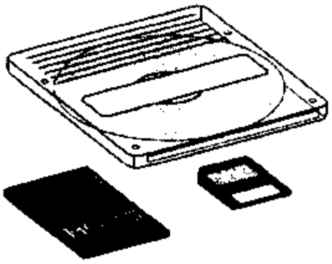


图5.23 一些可移动的数字影像文件存储器。左下：15Mb PC卡。右下：4Mb智能媒体卡。上：270Mb Syquest硬盘盒。

有兴趣时，字节数字甚至变得更有诱惑力(参见第11章“计算机工作站”一节)。因此，使用兆字节（Mb）或百万字节这一术语是正常的，每个兆字节为105万字节；还有千兆字节（Gb），它代表数字数据的1024个兆字节。

CCD的速度

一台CCD矩阵相机或后背都有固定的反应——你不能像选择胶片那样将它换成较快速或较慢速的感光型号。业余型袖珍相机和电脑外围相机常常有相当于ISO 100速度的CCD，虽然一些中画幅的“扫描”后背（彩图5.25）按ISO 1600工作。像强迫提高胶片速度一样，简化来自一特定的CCD的每个元件的小信号会提高速度，但降低了影像的色调范围（由于CCD元件的数量仍然相同，分辨率通过“颗粒状”并未受损失）。

最大的ISO速度取决于最低的可接受的信号噪声比——说明来自被摄体阴影部位光感生成的信号可能有多弱，至此，仍然大大地克服了噪声或少量的本底“电极暗电流”电荷，因为它们在缺少光的情况下总是积累在CCD元件中。还需要记住的是噪声程度会随温度增高而增加（每增加10℃，噪声可能增加1倍），因此，你必须避免摄影室照明温度过热。另一方面，曝光过度使被摄体高光区域的CCD元件带有过量电子。其结果对白色“曝光过度”，颇像透明片作出的反应。在极端情况下，电荷“开花”意味着它们将电子渗进邻近的元件，这样，影像高光部分通常发光或形成长的白色或彩色光迹。

色调范围与分辨率

准确地曝光，CCDs能够比反转幻灯片捕捉到更宽的影像色调范围。一个典型的矩阵能够记录250:1（8级光圈）左右的高反差场景。一些三线扫描排列甚至可能处理接近1000:1的色调范围（或假设被摄体的亮度范围比这还要低，那么在达到曝光过度或曝光不足之前，提供更大的曝光宽容度）。但是要记住，你最终打印在纸上的影像只能再现出大约32:1或5级光圈的色调范围。

最终的数码影像分辨率取决于：

1. 你的CCD矩阵的规格和它所含有的每英寸像素（ppi）数目或用CCD线性系统扫描所产生的有效数目。像素过少将复制出带锯齿状边缘的曲线成主体的对角线。

2. 图像检测的具体安排。一个金色的、单一的CCD矩阵，彩图5.19，为了提供三色读数（像早期的彩色摄影），有它的交替涂布红、绿和蓝滤片的元件。过滤同一种颜色的元件之间的读数差

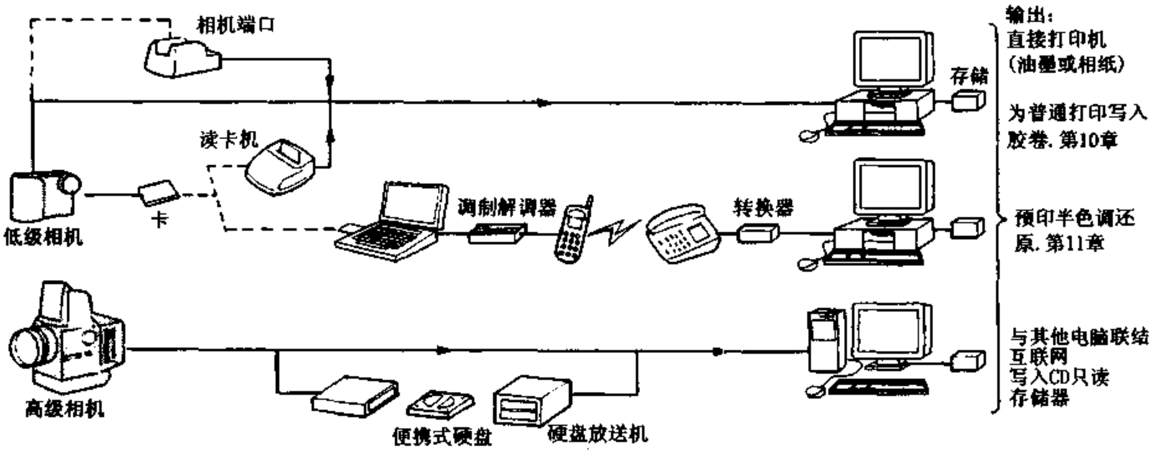


图 5.24 所谓“低级的”数字相机相对比较便宜，低分辨率的袖珍相机既可以记录在可移动的卡上，也可以更直接与电脑联接。高级的相机和后背，价格昂贵，因而大多用在摄影室，制作高分辨率的影像文件。这些或直接在电脑上读出或在一高容量的硬盘盒上读出，硬盘盒可能在一个手提式记录仪里。

异必须用平均数进行填充——使用“内插”电脑软件，从邻近的元件中取得读数。其效果不可避免地降低分辨率，因此，你首先特别需要密集紧压的像素。这是通过红、绿和蓝镜头滤镜（彩图 5.25 右）三个单独的分色片在一个未过滤的矩阵上曝光的地方，通过不需要内插使 CCD 分辨率达到最高。在图像平面迅速通过的扫描 CCD 三线性排列还从你的照片上的每个点产生一组红、绿和蓝读数。一户外用大型照相机后背含有：例如，3 排 6000 个元件的扫描阵列，有 7500 线读数，为在一个 4 分钟时间通过整个照相机图像的 4000 多万个像素产生数据。因此，虽然多画面和扫描系统似乎过时，而且仅限于静物摄影，但它们为高分辨率和大幅照片提供了有利条件。

3. 你如何选择保存文件图像?经常用一台数码相机。为了缩小每个图像文件尺寸等，你选择压缩图像数据，例如，压缩一倍，把许多照片输录到某一规定的 Mb 容量存储卡上，或缩短穿过网络的发射时间。压缩软件的最普通形式使用“有损耗压缩”，这不可避免地损失来自每一图像的某些信息。

4. 你的最终照片的具体尺寸。假设一幅照片上 300 像素只凭眼睛看起来没有图案并且清晰，那末，用这一分辨率数（300）去除相机 CCD 矩阵每一面每英寸的像素数目就能告诉你最大的可接受的图片规格，按英寸计算。例如，一幅每英寸 4096×4096 像素的图像在变成每英寸不足 300 像素之前，可达到 13.6×13.6 英寸，或采用在报纸复制可以接受的颗粒较粗的每英寸 150 像素，那么照片可达 27 英寸见方。（参见彩图 5.26）。

数字文件规格

实际上，低级的和高级的数字成像系统之间存在很大区别。一

台袖珍相机或电脑外围相机也许使用 50 万像素的小型一幅画面的矩阵 CCD，能够写出一幅 24 比特深度的彩色图像（或 8 比特黑白图像）。它能够以压缩形式记录多达 38 幅图像，每一幅按 0.1 兆字节文件存储在被插进此相机卡槽里的一个小型的 4Mb 智能媒体卡上。这种小尺寸的文件能以每英寸 150 像素的分辨率写出 6.8 × 5.1 英寸图片，但是颗粒较粗，或制出只有 3.4 × 2.5 英寸颗粒较细的每英寸 300 像素的图片。

使用高级数字相机，对于一台 6 厘米见方的单镜头反光相机来说，形成一个扫描后背的三色线性 CCD，可以有效地从每三色扫描 1.47 亿像素中读到。这将写出 36 比特深度图像，每个作为 140 兆字节文件——7 幅照片可填充 1 千兆字节电脑硬盘。考虑到你的电脑设备可以接收和处理这种大尺寸的文件，同时速度又不变得很慢，你将写出 18 英寸见方的每英寸 300 像素的分辨率的图片。但是，扫描后背的价钱可能是这台袖珍相机价格的 30 倍，而且作为一台扫描仪，其用途仅限于静物被摄体。

内容提要

●色彩可以用它们的颜色、饱和度和亮度来识别。颜色是色彩的基本名称；饱和度（或色饱和度）是其纯度；亮度（色值）表示其亮度。芒塞尔系统使用图表上的编号码块，根据它，你可以找到相对应的颜色。CIE（国际照明委员会）系统使用三原色光并引用任何颜色或光的色彩通过坐标在色度图上划分。

●被摄体色彩是通过颜料、染料等进行选择性反射或透射的结果；还有散射、干涉、衍射、甚至荧光和磷光。

●你的眼睛对色彩的接受要与观看照明的强度和颜色相适应；疲劳（以前的和邻近的色彩）；视力色彩缺陷；及判别受经验和联想影响。然而，彩色胶片对被摄体颜色和照明有一种固定的、特别的反应。它的最终影像色彩正是三种染料的混合物。

●大多数现在的彩色（胶片）摄影系统使用“减色”复制原理——对红、绿和蓝光感光的乳剂分别用黄色（从白光中减蓝光）、品红（减绿光）和青（减红光）形成染料影像。染料大多数是由依附每层乳剂的卤化物上不同的染料成色剂形成。这些对副产品发生作用，不管在什么地方彩色显影液形成黑色银。

●在彩色负片中，为了有助于克服影像颜料色彩缺陷，加入构成整体所必须的色罩是非常适用的。形成品红染料的成色剂和青成色剂分别产生浅黄色和粉红色，它们在其染料实际上并没有形成的部位抑止这种过程，以便对不需要吸收的蓝和蓝绿色进行补偿。负

片和幻灯片也含有显影抑制剂，以便增加色泽，同时不会使得中间色调过于抢眼。

●加色法色彩还原——用于早期的彩色材料，当前的一步成像幻灯片和电视/电脑监视器显示——根据永久性原色马赛克滤片的原理进行工作。关于胶片，全色黑白乳剂通过这些滤片被曝光，然后反转冲洗以便“阻止”不需要的颜色。当对着白色观看时，被留下的色点加起来再现被摄体的所有颜色。加色型胶片材料速度慢，结果比减色型材料密度大，而且分辨率还受滤片式样的纤细程度的限制。

●一步成像材料建立在扩散转印化学基础之上。它们使用来自感光面未曝光部分的移动在接收层形成正像。

●剥离式材料包含一层涂有感光乳剂和显影剂的表面、接收材料和一袋装有胶状碱加溶剂的试剂。与扩散其间的试剂叠合在一起，黑银负片在此乳剂中显影，然后，溶剂释放出转移并变黑的盐，从而产生正像照片。

●剥离式彩色幻灯片通过片基上加色马赛克滤片被曝光。试剂形成上面的负像和下面的银正像。负片（和化学药品残留物）实际上剥掉，留下半干燥的彩色透明片。

●与胶卷不一样，电子影像传感器使用CCD芯片提供大量的像素光点。电子内在曝光过程中通过“井”的各个点释放，然后通过模拟/数字转换器读出，作为可存储在园盘或卡上成为图像文件的数字数据流。

●在数字化中，能够由每个像素进行记录的灰色级数目是由比特深度来表示的。8比特（=1字节）代表256个灰级。由于CCD可能含有数以百万计的像素，一个完整的图像文件用兆字节或千兆字节来表示。

●CCD的ISO等量速度取决于芯片设计。过高的速度结果造成“噪声”损坏图像阴影细部；曝光过度破坏了高光部位或在高光部位“开花”。矩阵型CCD一般能记录250:1的被摄体亮度范围。

●影响最终的数字图像分辨率的因素：CCD传感器的有效规格和每英寸的像素、相机图像如何读出（矩阵、单一或三次曝光或扫描）；任何图像压缩软件的影响；你的打印尺寸和设备。根据像素和比特深度的有效数目，每个图像文件的规格可能在0.1Mb（小型袖珍相机）至140Mb以及超出这一数字（大画幅扫描后背）。最大的文件处理起来是最慢的，需要较大的容量（千兆字节）存储，需要最昂贵的相机后背CCD系统，如果你知道最终的图像将复制成小幅画面或被打印在粗糙的纸上，那么没有必要去考虑如何复制最大文件。

6

照明的控制

本章将讲述有关照明的各种技术问题，从照明主体的原则和目的到建立摄影室、选择钨丝灯或闪光设备。本章还将介绍控制反差的办法和色彩平衡的实际运用，除此之外，还要谈谈照明比、色温和微倒度滤色值所起的作用。同时，你还需要控制多种光源——自然光和人造光，或者由像闪光灯这样的摄影光源所加强的现有光。实际上，不论是在摄影室内或摄影室外，对于静态摄影来说，闪光灯或许已经成为所有光源中最有用的光源。能够有信心地控制照明，是控制最后照片影调值的一个重要途径，这一点在第七章中将做进一步讨论。

原则和目的

照明同时从两个方面向你提出挑战。首先，你需要以这样一种方式照明主体，即它本身的重要特征能够被突出出来，同时基调要合适，以便符合你的风格和目的。换句话说，它必须看得过去，其次，这一点和第一点同样重要，并且有一定难度。你需要运用这种技术使之在最后照片上显现出一种你想要的效果。现在的难点是当景物成像并在胶片、相纸或电脑屏幕上再现时，了解它们是如何变化的。通常，你需要最低限度地改变主体在拍摄阶段看上去的样子，同时要预料和允许这种摄影再现，以便最后的结果能像预先构思的那样。

在摄影室里控制照明是比较容易操作的，或者至少主体和光源都离得很近。如果你想在外景地拍摄大的风景或建筑群，那么控制

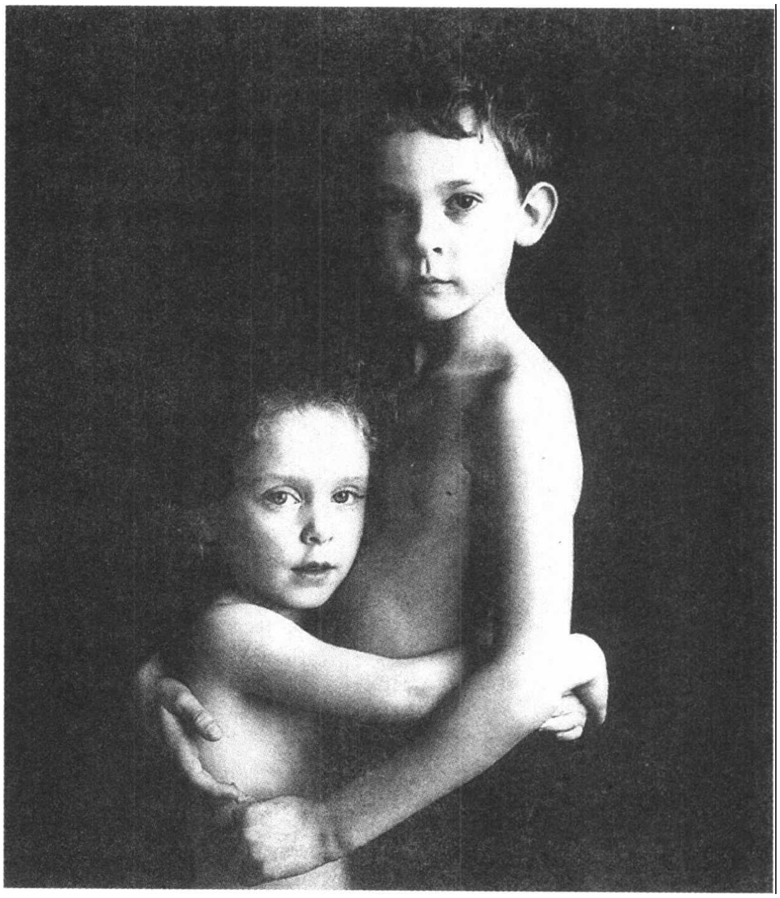


图 6.1 柔和的定向光简洁、自然，适合这类被摄对象。但除了柔和的特性外，你还应当注意反差。这张照片处于失去重要阴影和高光部分细节的边缘。准确曝光（根据中间影调）至关重要。（苏西·威克摄）

图 6.2 “摄影棚式”的顶光，辅之以大量正面补光。塞西尔·比顿摄。这种风格很像 30 年代的魅态摄影，受当时电影的影响，照明大多悬挂于场景之上。轮廓光把人物及装饰物的形状从背景中有力地突出出来。

照明更有可能是选择一天中的最佳时机、天气和视点的问题。

我们的目的是要避免下列四种常见的照明问题：

1. 过度反差。用光照亮某物体，使之看起来清楚和引人注目是很容易的事，但随之你会发现照片拍出来后强光部分太亮，阴影太暗，缺少中间层次。除非你的照片需要强光作为调子的一部分，或者阴影是构图的重要成分，否则就应当减少反差，记住，一束柔和的定向光在摄影中常常比一束强烈的定向光更能产生好的效果。对你的眼睛来说，当一个景物看上去会比较舒服时，最低限度应使它的反差不要太大，也许可以采取使光源柔化或对阴影部分稍微多加一点照明的办法。

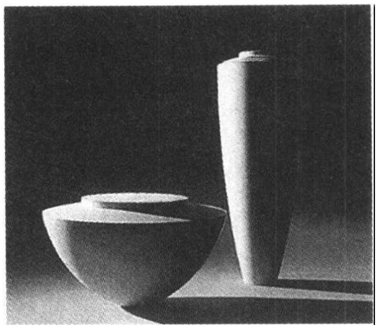
2. 过亮。如果一个光源足以照亮你的主体(常常需要借助反光罩)，那么不要使用两个以上的光源。如果在各个方向增加灯，会使主体看上去不真实，虽然你可以选择顶光照明，按照好莱坞旧电影的风格使用这种方法。每一盏额外的灯，只有在执行它的特殊使命时，才能称得上是合理的，比如照亮背景或前景，或者从反光板弹回的反射光来大体减少反差。如果不约束自己，那么麻烦就会接踵而至，比如模糊交织的阴影这类问题。总之，简洁就是最好。

3. 意外的色调。你的眼睛已经习惯了各种各样的“白”光，除非你把它们放在一起看，否则你很难注意到它们不同的色成分。永远要记住你给相机所装胶卷的色彩平衡和它将如何再现你所看到的东西。在把闪光和别的光源混在一起时，一定要特别小心，因为你的视觉很难判断它们的色彩是否匹配。从不太灰的墙或天花板反射的光或者在电压不稳的地方使用白炽灯，都很容易产生偏色效果。除非你追求某种精确的意境或效果，使你胶卷的色彩平衡和照明尽可能匹配。身上要总带着一些光平衡和校正滤光镜，如果可能，使用色温表。

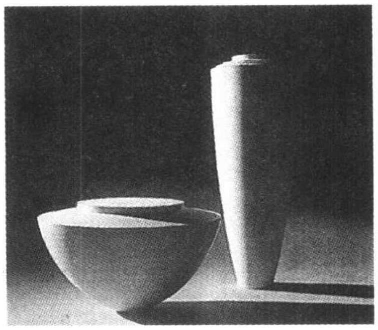
4. 错误的气氛。这一点较为主观。错误的气氛无疑与这样一种情感有关，即所用的照明不是有利于你在照片中想要的特色和气氛，而是相反。一味地追求技术准确——合适的反差、色彩正确的照明、准确的曝光等——常常有不利的一面，你往往容易忽略自然和总的氛围。更重要的是，照明的色调有助于传达冷与暖的感觉；反差可以加强戏剧性效果或柔和感；画面中密度的变化常常用来强调重点。

要注意某些摄影器材制造商所选择的，以显示他们产品的整个色彩和影调范围，还要注意像电视肥皂剧那种用光方法。在这里，照明常常产生一种平淡的“摄影”效果，而把一些真实的细小的特性都抹掉了。在外景地工作时，应尽量使用现成的光源，以避开这

图6.3 光比变化示范图。通过增加来自相机方向的辅光，光比为(A)1:64，(B)1:20，(C)1:8，(D)1:4，(F)1:.1.5。这里复制的图像已经使影调值发生了一些变化，它们只是大致接近用溴化银相纸制作出的结果。



(A)



(B)

个陷阱。其实最危险的是摄影室，因为你周围有很多灯光可供使用，而整个环境反正是人为布置的。永远不要照搬书本中的条条框框，不要墨守成规，你在布光方面的技能允许你作出选择——出于对眼睛和身心的应有关心作出多种选择。

对反差的实际控制

一个景物的亮度范围或反差是由以下两方面组成的，(1)物体本身的反射比范围乘以(2)照明比(照明反差)。物体反射比范围指的是当景物在平光照射时，有关重要细节在最亮和最暗地方的光亮读数之差。如图6.3所示，石膏物和背景的亮度差大约是1:4。照明反差指的是画面中一个成分，在最暗和最强光照射时的读数之差。如图6.3(c)，照明反差大约为1:8，把这两项相乘，总的反差是1:32，(阴影中的背景最暗处和石膏上最亮处之间的亮度差)。

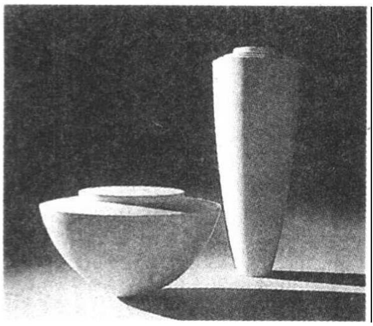
一般来讲，如图6.4，反转片将会以1:32的反差记录下最大的亮度范围，并且整个细节清晰。而黑白负片则能处理1:128的反差，如果减时显影，比这还要大。在晴天户外情况下，强烈的直射阳光照在一个物体的光反差为1:10。与此有关的是，一个具有1:13反射比范围的所谓普通物体会有1:130或总共7挡光圈的亮度范围。柯达公司建议只有在极少情况才会有大于9挡光圈的亮度范围(1:500)。

	主体亮度范围的最大值	光圈数
胶卷：		
连续影调只适用于黑白负片	1:200	7.5
印放出的照片	1:128	7
彩色幻灯片	1:32	5
印放出的彩色照片	1:16	4
彩色负片	1:128	7-8
印放出的照片	1:32	5
CCD(彩色)：		
矩阵式	1:250	7-8
三线排列	1:712	9-10*
最后照片	1:32	5

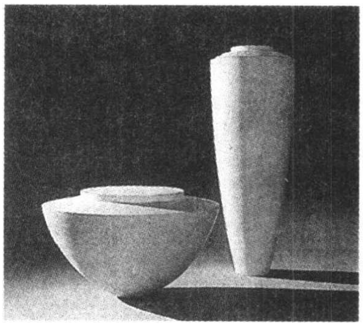
*电脑上和打印时将光圈减少8挡。

图6.4 在主体亮度范围(主体反射范围×照明范围)内，一次曝光设定就可以拍下细节。通常情况下，胶片所记录下的东西要比相纸再现出来的多，你一定要选择好照片的影调范围，当然首先要选择好曝光，然后用遮挡或加光办法来改进局部部位。同样，CCD所捕捉的动态范围，要调整到符合打印机的要求。

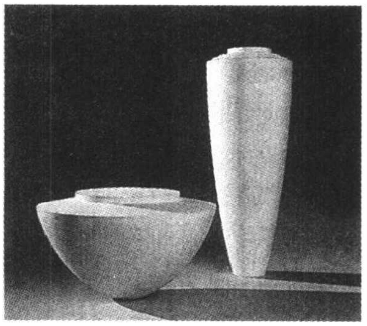
彩色负片能够清晰记录1:128的反差，但最亮部分和最暗部分色彩会发生偏色。当你把这种仍然较为有限的亮度范围包括在内时，彩色相纸将无法准确显现底片影像。对于最后色彩和影调值都必须尽可能准确再现的重要主体，在4挡光圈(1:16)或者甚至3挡光圈(1:8)的亮度范围内拍摄是比较安全的。当拍摄一般主体时，大多数照片不需要这样精确地再现色彩，你通常可以认为5挡光圈(1:32)的亮度范围是可以接受的。数字相机和后背中的CCD传感



(C)



(D)



(E)

器捕捉的亮度范围比大多数彩色胶片要更大一些。

在控制照明反差时：

1. 记住你所使用的感光材料的功能。对彩色胶片，特别是正片，要减少光比。

2. 检查物体的反射比范围。比如，白墙前面的黑猫就不如绿篱笆前的灰猫照明反差大。

3. 想想照片是否需要从最亮处到最暗阴影处都保留细节。如果最暗部分呈平淡的黑色你可以接受，那么不妨增加照明反差，主要对强光部分和中间色调部分曝光。

为了减少照明反差，可放置一块白色反光板对被摄体阴影一侧增加漫射光照明。在室外时，你可等到天空云彩较多时，改换视点或移动被摄体以便附近的白色表面能起反光板的作用。如果再想降低反差，可使用闪光灯或某些其它人工光照射这块反光板。另外，还可以换一个更大、更柔和的主光源。

在摄影室里，这意味着安装一个“柔光箱”(图 6.16)，或者把描图纸罩在光源上，亦或把光打在反光伞、反光板或白墙上让其反射。在户外工作时，要等到太阳光散射后再拍，或在天空中只有光亮，而无阳光照射的蔽阴处拍摄(要注意色温的变化，见下一节)。但是，要记住，与对阴影部分补光不同，你为柔化主光所做的任何事情还会使整个被摄体上的阴影边缘变得不那么清晰了。

等有了经验，你可用眼睛基本准确地判断被摄体和照明反差的综合效果，但这并不是最安全、最准确的比值。这时相机或手持测光表的作用就显出来了，它能给出点测光读数，或者至少能得到最亮和最暗部分具体的亮度范围读数。

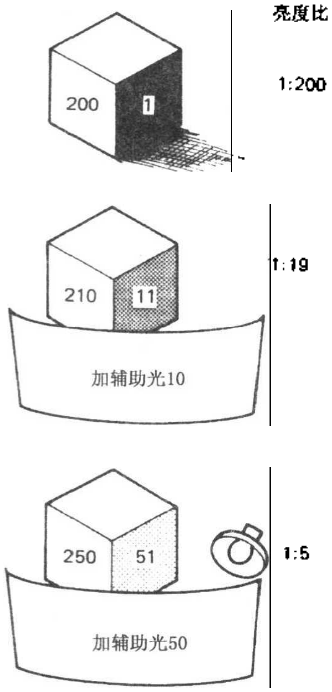


图 6.5 “加辅助光”的阴影部分是怎样减少照明反差的。最上图：无辅助光、主体阴影部分只吸收了受光部分照明的 2%。中图：加反光板后、照明部分和阴影部分被提亮 10 个单位，光比降到 1:19。下图：从反光板反射的光，增加到 50 单位打在主体上。光比降到 1:5。

色 温

为了准确地从事彩色摄影，了解照明色彩与你的记录工具的色

彩平衡的关系是非常重要的。如果用数字相机，CCDs 可以通过调整白平衡的方法在电子方面与大多数光源达到感光度一致，这种调整也可能是全自动的，也可以选一个中性界面，比如在景物中放一张标准灰色卡纸做为参考点，但是，卤化银胶片就缺少这种灵活性。这种胶片要么需要和光源色温一致(比如日光或钨丝灯光)，要么就在相机镜头前或照明设备前放一块滤色片来进行调节。所以说掌握有关色温及如何测量色温的知识是必要的。

色温的含义

色温是表达一个光源的色彩成份最简便的方法。一个金属固体被加热后成为白热、发亮的固体。太阳、白炽灯等光源发出不同波长的光，且具有持续的光谱。另外，产生的短波光和长波光的相对比例变化很大，并且取决于光源的温度。例如，两个 100 瓦的家用灯泡，一个在正确电压下发光，另一个接在低一些的电压下，后者会发光弱一些且偏桔黄色的光亮。同样，如果把 500 瓦和 100 瓦的灯泡接在正确的电压上，弱一些的光源发出的红色波长要比蓝色波长多得多。看上去偏桔红色。

你可以用像图 6.6 这样的图来表示不同的持续光谱源波长的相对比例，然而引用单个“色温”数字更快一些，而色温正式的定义如下：

白色光源的色温是一个正当发光的黑体发出的光与试验的光源一样时用开尔文(K)表示的温度。

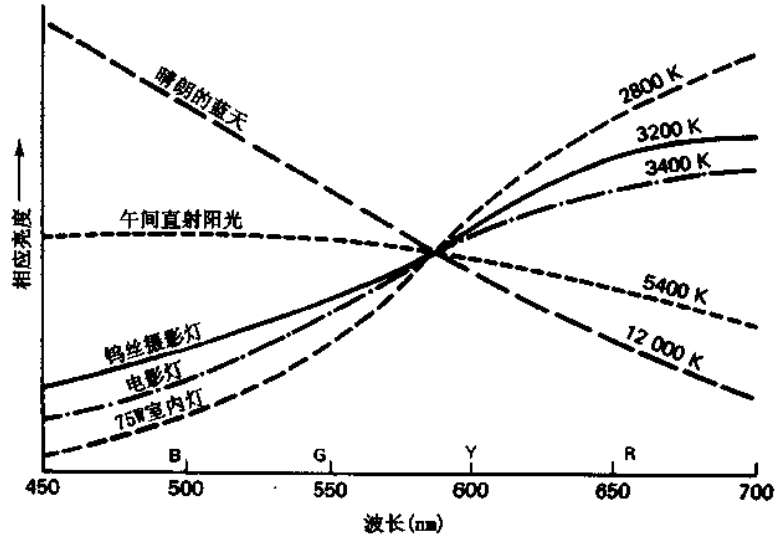


图 6.6 白色光源的光谱能量分布曲线。每一条包含各种颜色的可视波长，有的蓝色丰富些而无红色，有些则完全相反。也可以用色温(K)来描述它们。

图 6.7 如图所示，自然日光的色温并不是一成不变的。

日光情况下	色 温(K) 最低	最高
阴影中(只有来自蓝天的光)	12 000	27 000
阴影中(只有来自雾天的光)	7 500	8 400
阳光+来自中午晴天的光	6 000	6 500
日光+早或晚的晴天的光	5 700	6 200
日光+来自雾天的光	5 700	5 900
中午直射的日光	(平均=5400)	
早或晚的直射日光	4 900	5 600
日落时的阳光	1 900	2 400

这里所说的“黑色物体”指的是一块暗得不会反射入射光的黑色材料，并且受热时，能够持续和均匀地发出整个光谱中包含的光。当对它加热时，光变成樱桃红，继而桔黄色，慢慢地蓝色或“白热”就成了主要波长。因此光的色比可以用该黑体的色温来表述，也就是用绝对温标来表示，单位是以科学家劳得·开尔文的名字命名的，273K 等于摄氏零度。

记住，一个红、黄光强而蓝光弱的光源，色温低。例如，一束蜡烛光的色温为 1900K。而蓝光强、红光弱的光源色温就高，500 瓦钨丝摄影灯色温达到 3200K 左右。正午光线的色温(在华盛顿特区以全年的地面标准测得的平均值)是 5400K。但如图 6.7 所示，日光变化很快，随着一天时间和大气环境的变化，相差颇大。

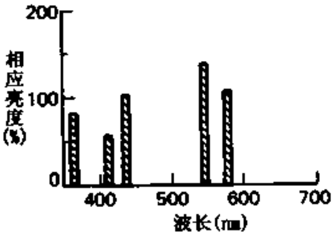


图 6.8 一盏水银蒸汽灯的光谱能量分布图。波长的波段如图所示，这盏灯根本没有发出红光。

对色温的限制

由于色温的整个概念是以一个物体加热到白热化时的色彩为根据的，所以靠其它手段发光的非白炽灯光源(如荧光管、钠气灯等)，就不能严格地给出它们的色温值。事实上，像图 6.8 中光谱能量分布曲线所表示的那样，有些则为非连续性光谱。能量以线或谱带形式发出，带有较大的间隔，根本没有波长产生。(这就是为什么水银蒸汽街灯不论有多亮或离物体多近，都能把大多数涂红的物体照成黑色。)

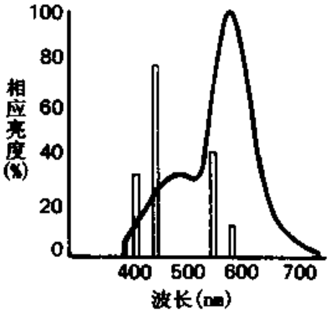
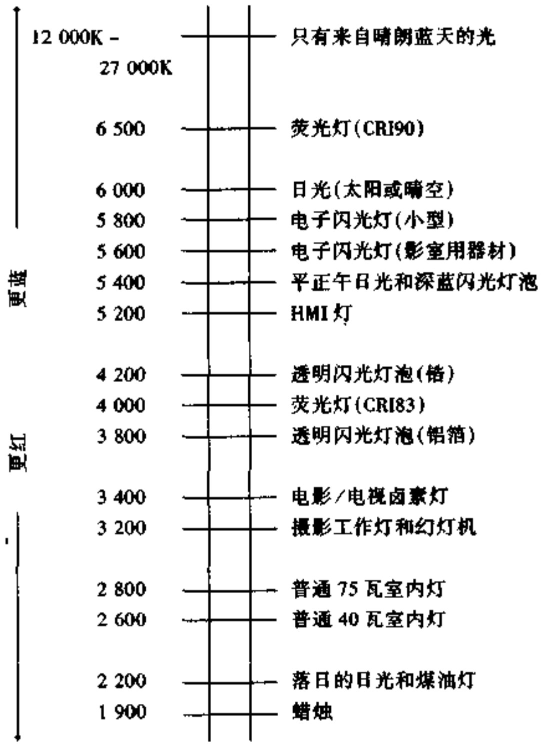


图 6.9 一只日光型“白光”荧光灯管能产生混合波段和连续光谱。这很适合彩色摄影，但需要在相机前加一枚品红滤色镜来滤掉绿色。

幸运的是，在零售店和灯箱里使用的荧光灯管，都是属于“色彩般配”型的。这种灯管发出持续的光谱，同时含有从灯管涂膜发出的荧光带谱(见图 6.9)。因此它可以给出同样的或“相关的”色温。摄影闪光管也是同样的道理。这种闪光管由于充有气体而产生直线光谱，但由于压力和高密度放电，这些直线扩张为波段，重叠后具有持续性。典型、等值的色温在图 6.10 中表示出来了。另一个问题是你的胶片可能有正确的色光源，但到达物体的照明色温由于如下一种或多种原因而不准确：

图 6.10 某些典型光源的色温。CRI是色彩再现指数，是荧光灯管制造厂提供的。HMI灯使用金属卤化物弧光，为数字扫描后背所需长时间曝光提供不闪烁照明，见图6.29。



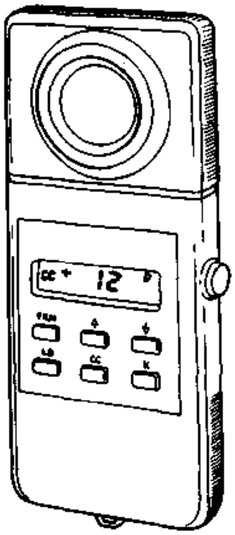


图 6.11 色温表。通过靠近顶部的白色均匀的漫射圆盘测光。色温表是按日光型胶片编定程序的，为加在相机镜头或光源前的彩色补偿滤光镜提供参考读数。你可用程序钮选择开氏读数，为使用的其它类型胶片测得读数。

1. 把灯泡安装在低于或高于灯泡标明的电压上(见图6.31)。(闪光灯与此不同，因为它们是靠存储电容器使之发光。由于供电量不同，电容器充电的时间也不一样。)

2. 这种光是经过反光板反射的或通过漫射体后，变成无色光。同样，画面外靠色的环境也会为物体着色。

3. 大气环境过滤了太阳光(见图6.7)。

4. 存在不同色温的其它种类的光源，强到足以影响效果。

色温表

如果你常在摄影室用自己熟悉的照明设备，以及其它已知的条件拍摄彩色照片，上述困难多半可以避免。但是，如果照明是不稳定的，尤其是在外景地拍摄室内任务，用一个特殊的表测一下色温是非常有帮助的。一个典型的色温表有三个经过滤光的硅光电管，用来测量构成一体的漫射体下面的蓝、绿和红色(见图6.11)。测光表的电路会对这三种颜色相关的频率响应进行比较，以得出你用光的光谱内容。比如，钨丝灯可使红色元件比蓝色元件有更强的频率响应，而日光产生的结果正相反。

色温表可使你从被摄体处测取入射光读数，因为如果直接对着

暖调滤光镜（微倒度值为正）		冷调滤光镜（微倒度值为负）	
85B	+127	80A	-125
85	+112	80B	-110
85C	+86	80C	-81
81EF	+53	80D	-55
81C	+35	82C	-45
81B	+27	82B	-32
81A	+18	82A	-18
81	+10	82	-10
CC20M	+8	CC30G	-10
CC10M	+4	CC10G	-4

图6.12 一些柯达滤光镜的微倒度变换值。

物体，则测出的就是物体的颜色而不是照在物体上光的颜色。记住在色温表测量的范围内，照明的强度并不重要。不管照明是60瓦的灯泡还是明媚的日光，色温表的元件仍然能够进行比较。好的、专业的色温表还可以测出像闪光灯这样的光源的色温。你把表的白色漫散体对着照相机，一定要从物体的位置或者接受同样光线的位置测量。按一下钮，即可直接显示出“开尔文”读数。亦或，你事先把你使用的胶卷的彩色平衡设定好，色温表就会给出所需要的校正滤光镜的值。

色温表价格很贵，但它和滤光镜一起，能够使摄影者在拍摄现场准确用光提供保证。它还为检查摄影室内的缺点和变化提供方便。记住，色温表是用来测取连续光谱光源的。对于像激光、大多数的钠灯或水银灯，这样的光源，它会给出产生错觉的读数，因为这些光源都发射带有间隔的线波或波段(见图6.8)，这会使色温表的传感器失灵。

微倒度

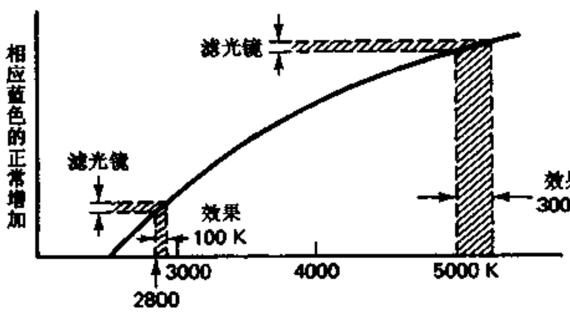
色温表用“微倒度值”而不是用厂家的参考数来显示出你所需要的任何校正滤光镜。例如，色温表不显示柯达81，而是+10M。事实上，用于校色的所有滤光镜，不管是什么牌子，都有一个微倒度数和一个数值(见图6.12)。这样，在滤光镜上直接标出如加上或减去50K或100K色温效果显得更简单些。麻烦的是光源的实际色成分不和色温的变化成正比。因此滤光镜在2800K时提高色温100K，可取得3200K时130K的效果，在5000K时则有300K的效果(见图6.13)。(这是因为色温标度是以实际温度而不是成比例的色成分为基础的。)

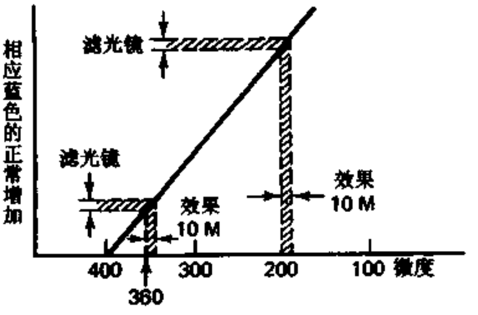
为解决滤光镜的刻度问题，你可以用色温被一百万来除的办法把开氏温度转换成微倒度。

微倒度值 = 1000000 ÷ 色温(K)

例如，2800K家用灯的微倒度值是357M，而B型彩色胶片是

图6.13 为什么使用微倒度。左下：(白炽灯)光源相应的蓝色成分不同色温成比例增加。因此，如果一只蓝色滤光镜对蓝色成分具有固定的向上增加的影响，当照明为5000K时要比2800K时更能引起开氏温度的变化。因此“开氏变换值”在这里不适用。右下图：把开氏温度转换成微倒度，你就会有一个直接与蓝色成分有关的普通标度。在标度图上，在高位或低位时，滤光镜具有相同的微倒度值。





开氏(K)	微倒度
6500	154
6300	159
6000	167
5800	172
5600	179
5400	185
4200	238
4000	250
3800	263
3400	294
3200	312
3000	333
2800	357
2600	385
2400	417
2200	454
1900	526

图 6.14 开氏／微倒度换算表。

为 3200K(312M)而设计的。一个使胶片与灯光平衡的滤光镜需要 -45 的微倒度变换值，或尽可能与之接近。如果使用 3400K (294M)的摄影灯照明，同一枚滤光镜就要把色成分变成 249M，也就是 4000K。注意 400K 的第一次变化如何成了色温刻度上的 600K。滤光镜因此可以得到一个微倒度变换值(+或-)，此值不管光源的色温是多少。还要注意微倒度值越高，色温越低。所以，暖调桔黄色滤光镜微倒度值是正的，而冷调蓝色滤光镜微倒度值是负的。

另一个有用的特性是，滤光镜的效果可以很容易地加在一起。如果你的色温表，或者简单的计算结果，显示需要一个 +127M 的滤光镜来使光源与你的胶片达到彩色平衡，你可以使用柯达 85B (+127M) 或把 85(+112) 和 81A(+18) 两枚滤光镜加在一起使用。如果滤光镜盒上没有标出微倒度，可以算出来，然后标上去。如果你有一块色温表，你可以检查一下你准备使用的滤光镜，办法是把它放在检测头前重新测量一下你的光源。色温表应该显示出正确的色彩。有时，滤光镜和色温表会引用“十倍微倒度”而不是微倒度。一个十倍微倒度等于 10 个微倒度。

对彩色的实际控制

使用滤光镜

如果你没有色温表，你不妨在器材包里准备几枚彩色平衡和彩色校正滤光镜来应付会使你的胶片产生偏色的照明和环境。选择像 85B 和 85A 那样的转换滤光镜，加上像 CC05Y、10Y、20Y 等那样的浅黄或红色校正镜。把两张这种明胶滤光片加在一起可以得到较高数值的滤光片。

如果工作允许拍摄试验性照片并先冲洗时，你可能还需要 CC 滤光镜来改进结果。记住，当你检查反转片试验结果时，对于其色调，你应当透过这种互补色的彩色校正滤光镜进行观察，直到影像的中间色调看上去准确为止。重拍时，在镜头上加用滤光强度是这种滤光镜一半的滤光镜即可。比如一张带蓝色的幻灯片通过 10Y 滤光镜看上去彩色正确，那么在镜头上加用 0.5Y 滤光镜。要在装有彩色匹配的灯管的灯箱上进行估价，但当你使用一般彩色胶片最后拍摄时，这个技巧就不适用于一分钟成像照片。一分钟成像材料在对滤光镜的反应上略有不同。

另一种有用的滤光镜是 81A 或 81B，它们用来使那些由闪光灯管发出的冷光变得暖一些，而室外，用淡粉色滤光镜或 CC05R 滤光镜，可以补偿一些胶片在太阳加蓝天的条件下拍出的有些偏蓝的

倾向。当拍摄用其制作照片的胶片时，不要想当然地认为负片(或幻灯片)可以在放大阶段用滤光镜进行充分校色。最好的质量来自一开始彩色平衡就准确的原底。

因为色温可能弄错，结果出现明显偏色的情况会随着胶片类型和被摄体的不同而有所不同。对于灯光型胶片，曝光不足和曝光过程的宽容度大约10微倒度时，画面主要呈柔和的淡色调，主体容易判断(例如高加索人的皮肤色)。日光型胶片和醒目的色彩，一般来说不太会受轻微偏色的影响。开氏温标中，高色温(日光)要比低色温(摄影灯)更能包容大的失误。

当使用转换滤光镜时，如果已知胶卷的ISO，你可要小心了。例如，“日光型ISO200胶片，灯光型ISO80胶片使用81滤光镜”。用相机内测光表上确定滤光镜的速度，然后通过加滤光镜的镜头读出曝光数是很容的，偶尔要加倍进行曝光补偿。

混合光

你要想取得物体的准确色彩，应避免使用混合光(两个以上不同色温的光源照在同一个物体上)。这时，相机镜头前加上滤光镜也用处不大。然而，你可以：

1. 对其中一个光源进行滤光，使之与另一个光源匹配。某种醋酸薄膜就是为此而制造的。所以，假如你拍摄用钨丝灯照亮的室内景物，你可以用桔色85B醋酸薄膜盖住窗户，这样阳光就和室内的光和谐了。醋酸薄膜与明胶滤光片相比，显得粗糙但便宜，从光学角度讲用于镜头质量太差。作为选择办法，也可以把蓝色80A醋酸滤光片加在钨丝灯上，然后使用日光型胶片拍摄。

2. 如果不拍运动物体，且使用三脚架，不妨把曝光分成两部分。在上面的例子中，你可以从外面用黑色材料把窗户挡住，用灯光型胶片拍摄。然后把遮挡物拿开，关掉室内灯光，把85B桔黄色滤光镜装在镜头上，进行另一半曝光。

即使拍摄彩色负片，在彩色印放时，校正混合光彩色照片如果不是不可能的，也是非常困难的。你也许可以用气笔修版或者用计算机处理影像，但花费太大。

不要过于纠缠在色温及胶片色彩平衡一致上。总的一点是要能进行控制，以便能作出多种选择。你到底想在照片中表现什么?一个传统的例子是，一个摄影师通过一个蓝色滤光镜毁了一张浪漫的夜景，因为落日比一般的日光色温要低。一张带桔黄色的肖像，在特写或素背景下，看上去可能一团糟，无法表明环境。但如果照片上还表现出壁炉中的火焰，一盏带有红色灯罩的灯和一个暖色的背景，那么同一张呈桔黄色的脸看上去会显得自然。

混合光还能产生一两种引人注目的特殊效果。例如，你也许会在室外日光的阴影下拍摄一个人物，用一盏3200K的钨丝灯照明就可以了。如果用灯片型胶片拍摄，这个人物的细节呈正确颜色，但远处的景物则呈梦幻般偏蓝色调。(参见彩图6.15)。

工作环境

在摄影室里，不需要的色灯不应影响你的被摄对象。应该在窗户上安装百叶窗或窗帘，这样在你用不带滤光片的钨丝灯拍摄时，日光不会和室内灯光混在一起。室内墙壁应使用无色，最好是中灰色地板，无光的白墙和天花板。即使是白漆随着时间的推移也会变黄。由于你需要用这些平面来反射光线，故应当经常装修。还要注意墙上挂着的有色背景纸，因为这种背景纸容易经散射光照射而使附近的景物带上色调。

影响照明色彩平衡的其它因素有用于柔光箱前的无色漫射材料(见图6.16)以及灯的反光罩和反光板。如果有必要，找一块色温表，不时地测量一下你的拍摄环境以及你使用的器材。记住，连你的衣服也能产生色彩(比如，你穿一件鲜艳的衬衫在离被摄体很近时拍照)。不要混用不同厂家生产的闪光设备。避免在使用全功率的钨丝造型灯时使用低功率的摄影室闪光灯(这可能会增添桔黄色调)。在临时的摄影室工作时，使用档光板和聚光罩把光照在真正需要的地方，而不要漫射于可能有色的周围环境。

在室外，要记住绿色的环境，有色的墙和招贴画等对照明色彩平衡的影响。这时，可折叠的白色反光板可以用来“清除”光线，减少反差。电子闪光灯和日光从理论上来说色温是相同的，但在实际中，大多数相机内藏自动闪光灯或手持闪光灯，在光量输出减到1/16或1/32时，它们的色温值比在全功率状态下，还要高100K—200K，因为这会越来越多地剪取闪光输出的热“尾巴”。由于时间和天气的不同，日光也会呈显著变化。所以，尽管使用辅助闪光灯可以在中午日光直射时产生相同的色彩，但在其它时候，闪光可能比环境光要冷一些。这样，在闪光灯上加一个暖色滤光片就可以解决问题。一些摄影者把一个桔黄色的小方型滤光片放在闪光灯中间部位，就是想使光暖一点。因此，如果你想拍的被摄体很重要，最好用色温表预先测一下，就知道该使用何种滤光镜了。

照明指南

不管使用的光源是摄影室钨丝灯，还是闪光灯、日光或别的人造光，我们的目的是让所用的光达到理想的效果。对于以上光源，

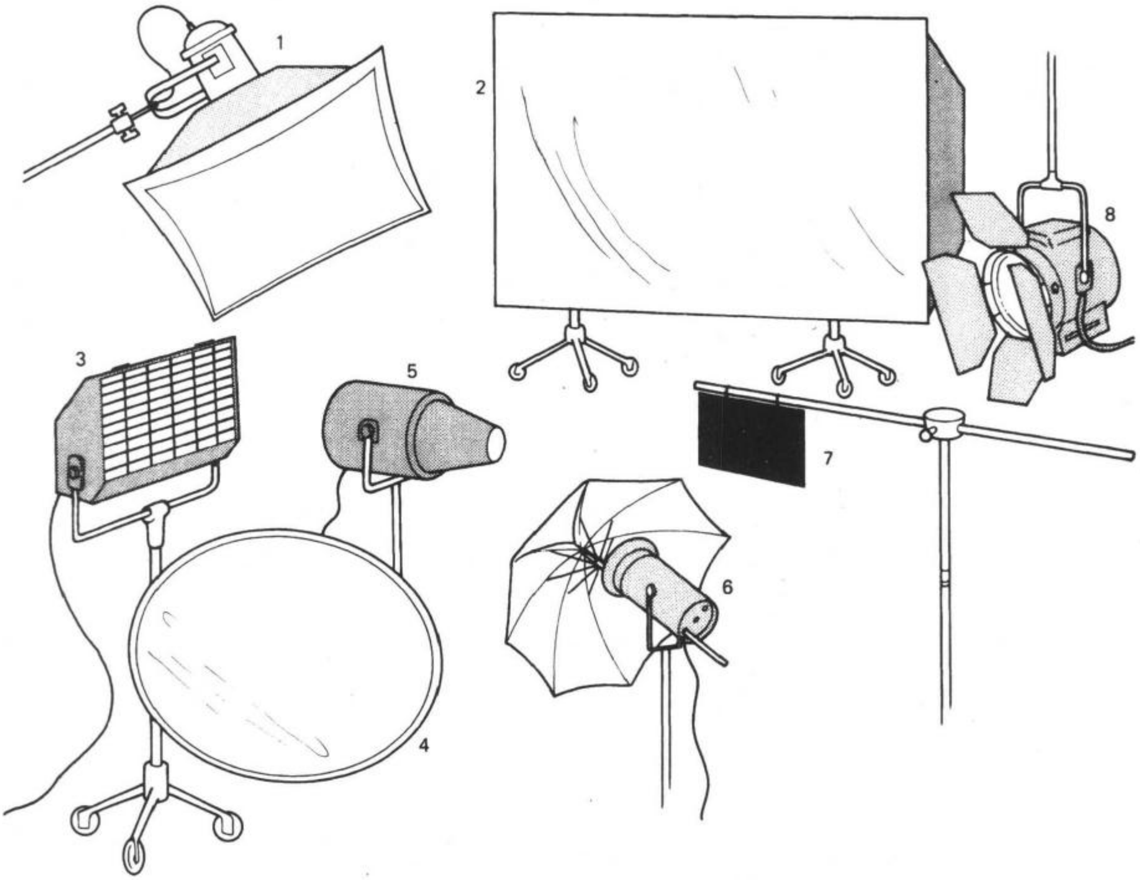


图 6.16 一些照明器材和附件。1：带有柔光箱纤维柔光片的摄影室闪光灯。2：窗纱或乳白色塑料罩在几个闪光管上。3：钨丝泛光灯(内装反光罩)。4：便携式柔光器，上面铺有白色织物，可以扭成8字形放入摄影包里。5：装有金属喷咀以限制光线散射的闪光头或钨丝灯头。6：闪光头发出的光经白线伞反射后使光变柔和。7："旗"形挡光板是用来挡住来自镜头的逆光或给主体某一部分打上阴影。8：吊在天花板轨道上的聚光灯，前面装有挡光板。

可使用下列六种方法：

1. 照明质量(强或弱)可通过光源的大小与它离被摄体的距离来控制。一个大的、相对近的，漫射的光源将产生非常柔和的阴影；而一个小的、离得较远的直射光则会产生有棱有角的阴影。

2. 照片中阴影的方向和高光的位置可通过照射物体的光源高度和方向以及相机的视点来加以控制。

3. 照片的反差或亮度范围是高光与阴影的光比以及被摄体的反射比范围的综合结果。亮度范围可以通过你注入阴影的"辅助"光的量来有限地加以控制。

4. 均匀照明取决于被摄体离光源最近和最远的距离。在较远距离使用柔光可以改善均匀照明。

5. 色成分可以通过光源的种类和光达到被摄体的光路上遇到的任何带有色彩的物体的影响(滤光镜、反光表面等)来加以控制。使用白炽灯，色彩还会随着电压的变化而发生变化。

6. 强度取决于光输出和光源的距离，加上光源所经过的或在到达被摄体前反光的吸光材料。

除非你追求戏剧效果外，大多数的人工照明是为了创造出一个自然的气氛。另外，它应当强调被摄体的形状、形态和质地，不论在何种场合你都会认为这些特征是重要和相关的。第三，它可以通过色彩、柔光和强光来进一步表现照片的“氛围”。如在摄影室内追求自然的效果，要记住日光条件的典型特点，光主要是来自一个光源，更多的时候是从视线之上而不是视线之下照射。在阴影下也会有些光线。

所有这一切都表明，即使你在一间暗黑的摄影室里打开聚光灯，也不能模仿直射的日光。你所用的光线更像是落在太空中宇航员身上的日照光，你所拍的物体上看不到从“天空”其余部分照射的光辉。用一盏强光灯照射的物体将需一些用反光板(大而远的或小而近的)来补光的阴影，使之看上去像自然的日光。你还可以通过模仿雾时的日光，给聚光灯装上柔光箱或使之变成窗光等来扩大光源，还可以把聚光灯打向白墙或天花板来改进上述情况。柔和的光优点很多，它使物体形状显得更柔美、更纤细；它能避免照片里几个物体的阴影杂乱地重叠；它还能减少反差和照明不均匀。

当然，还有许多情况，比如一盏灯(即使是一束柔和的光)不可能使被摄体呈现多面形状，也不能照亮前景、中景和背景。举例来说，你要拍的物体，因为受一盏灯照射，看来也许会消失在黑影中。这里第二盏灯可以从侧面或底下照亮背景或突出背景而发挥作用。另一个使被摄体分离的技术是从上面或后面逆光照明被摄体，这样可产生柔和的轮廓光。这里你需要在灯和相机之间放一块遮光板(见图 6.16)，以防止镜头出现光斑。要尽量避免这种看上去像有第二个太阳似的不自然效果。

像家具或机械这样的复杂物体，有许多平面要表现，这时就需要第二盏灯来照明。不能把两盏灯摆在同一高度，与相机成同一角度，也不能让它们光线一样强。除非在翻拍，否则不能用对称光。要使其中一束(或两束)光柔和一点，找一个理想的高度和角度，使画面中物体的每一个平面和表面呈现不同的密度。记住如果正面比顶面或侧面暗的话，它有助于造成深度和距离感。你也许需要第二盏灯来对阴影部分进行补光，因为靠反光板反射，主光达不到这种效果。在这种情况下，多余的光需要柔化并且要无阴影，也许需要被散射或反射。这种技巧除了满足这种记录工具的技术要求外，还可以决定对被摄体和你想要创造的意境用多少补光合适。(参见彩图 6.17)。

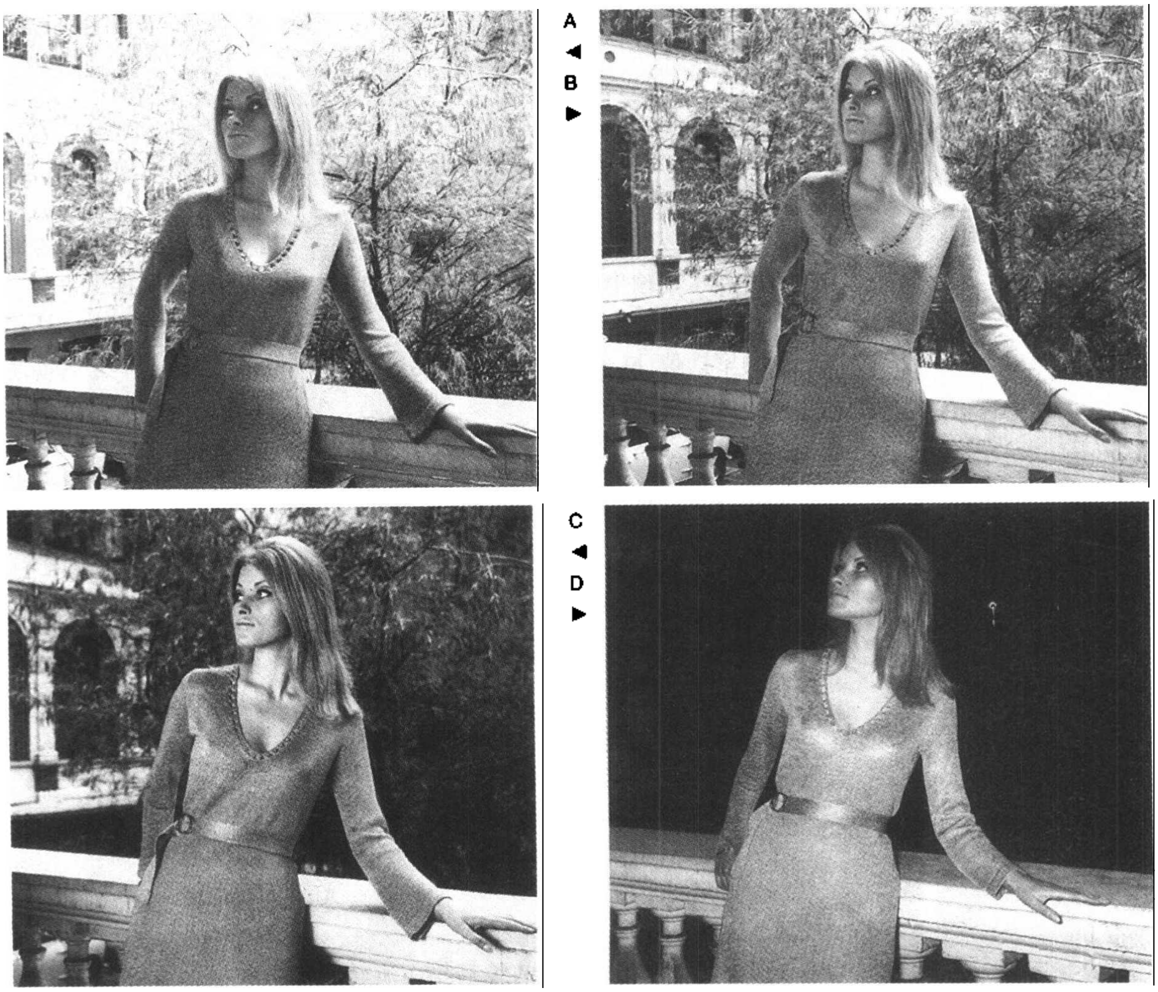
也许会需要第三或第四盏灯来应付各种场合的要求，但在任何

时候，要设法使一个光源成为主光(能产生重要阴影的那盏灯)。额外加用的每一盏灯都要起到它的作用，否则就会使问题复杂化。好的专业照明看起来常常简单明了。

图 6.19　为取得同样的闪光曝光，不同强度的辅助闪光与不同相机的设定结合起来。和图 6.18 不同的是，这使得一个日光环境由自然的日光照明场景变为夜景。A：1/8 闪光输出功率，1/60 秒，f/8。B：1/2 闪光输出功率，1/125 秒，f/11。C：100% 闪光输出功率，1/250 秒，f/11。D：闪光距离拉近一半，1/500 秒，f/16。(相机为叶片快门，适于在各挡快门速度使用闪光灯。

闪光和连续光的结合

当你把闪光与现有光混合在一起使用时，会出现各种有趣的照明结果。除非你追求特殊效果，否则就要确保闪光和其它光源在色温上一致。例如，你可以用桔黄色滤色镜，使闪光与钨丝灯色温一致。最好使用一台具有多种快门速度挡位的相机并配有闪光灯。有些配有专用闪光灯的相机具有许多自动功能，你可以选择像辅助闪光这样的技术。然而，如果你把闪光灯调至手动挡，还有，当你使



用具有多种曝光模式的相机时，也把闪光调至手动挡，那么选择余地就更大了。接下来可按下列程序进行试验。(参见彩图6.18)。

辅助闪光

辅助闪光灯的作用是通过对现有光形成的阴影部位增加照明的方法来减小照明比，因此，你必须把闪光灯装在相机上，并且最好使用柔光片，操作如下。

1. 对现有光直接照亮的物体的中间色调部分测取曝光(如果可能，使用一张灰卡)。测取快门速度的读数，该读数应正好等于或慢于闪光同步速度，例如大约在f/ 11，1/ 60秒。

2. 闪光灯上设定的ISO数值(算数值)要比胶卷的真正ISO数值大四倍。记下用f/ 11时闪光灯到物体的距离，也可以根据闪光灯指数计算出来。

3. 按照这一距离拍摄，就可以得到现有光比为1:4的闪光。

假如离物体太远而不能充满画面，把闪光灯调到一半亮度，或加一个使亮度减半的中灰密度滤光镜，也可以加一个漫射镜。然后往物体处移动1/ 3距离。另一方面，如果距离太近，转换到f/ 8，1/ 125秒(假如1/ 125秒在闪光同步范围之内)。然后向后移动到离物体一半距离，闪光灯保持原来亮度。

当强调景深时，此法同样适用于小一点或大一点的光圈。带有可控制手动输出挡位的大功率闪光灯是辅助闪光技术的理想工具，其功率可调到全挡、1/ 2挡、1/ 4挡甚至到1/ 32挡。记住使用低功率挡位(减少光输出)色温会稍高一些。可能的话，不妨变换功率并且用包围法曝光，如果还有问题，宁愿补光欠一点，也不要补光太多。

清晰和模糊的混合效果

在你移动相机的同时，又使用闪光灯凝固动作，长时间曝光就使这种混合显现在照片上。结果(见彩图6.20)表明附近部分景物最清晰，而背景强光部分呈条纹状，产生一种动态。使用的现有光不能太亮，特别是照在前景时。有必要的话，在有荫凉的地方拍。把闪光灯装在相机上。

1. 装上慢速胶片。

2. 使用慢快门速度，在大约1/ 15秒和1/ 2秒之间。

3. 测取现有光的大体读数，根据快门设定光圈。

4. 设定闪光灯功率，以便在这一光圈下对闪光灯和主体最近部分之间的距离能正确曝光。

5. 拍摄时，有目的地摇拍、旋转或推拉相机。有时，为了避

免日光下曝光过度，要使用一个中灰滤光镜，然后把闪光灯输出功率开大，以使闪光曝光准确。

大多数相机在按动快门时开启闪光。如果你摇拍景物，模糊线可能伸延到被闪光凝固住细节的“前面边缘”部位。在某些例子中，物体看上去好像在向后疾驰。如果你的相机快门具有“第二帘闪光同步速度”，那么不妨选择这一模式，闪光刚好在曝光结束之前的一瞬间闪亮，这样就避免了上述问题。

不要以为闪光的价值仅是帮助完成你必须手持相机进行的长时间曝光。比如，在昏暗的照明条件下，你要靠环境光记录周围景物并取得自然效果，就要把快门速度设定在 1/ 15 秒或 1/ 8 秒。这就会难于保证照片的清晰度。然而，在手稳固握持相机的同时，还可以通过增加一些相机闪光的办法，你可以确保至少最近的物体以 1/ 1000 秒或者更少的曝光时间。在最坏的情况下，它们将记录下视觉上常常可以接受的混含有清晰和模糊的影像。

前景物体“遮挡”后面景物的细节

这种超现实的效果会使细节变得极清晰，但前景中运动的物体会在背景上投下阴影(比如风景)。这种结果就像在平面板或舞台布景前放了一个三维物体。应选择一个总体照明较低的景物——最好是环境光来照明，背景部位要比主体(前景)明亮，甚至可以拍成半剪影。

1. 给相机装上慢速胶片。

2. 把快门速度设定在 1/ 8 秒、1/ 15 秒或 1/ 30 秒，这取决于被摄体的运动速度。在曝光时，主体移动越大，形成的阴影越大(当然并不太黑)。

3. 只对背景部位的一般亮度测取读数，把相机光圈设定在测出的读数低一档的位置。

4. 调整闪光输出，在灯前加滤光片或柔光片，使之在这一光圈下对主体的距离给予准确的闪光曝光。

5. 在主体运动时，相机保持静止。在“阴影”形成的部位，照明不足的移动物体盖住背景细节，此时快门还开着。如前所述，阴影往往在主体方向的前面出现，除非你使用第二帘闪光同步速度(也可使动体向后退)。

把闪光作为“日光”

当照射你的被摄体的环境光过于平淡灰暗时，闪光在这里通常用来增添强硬、定向的日光成分。你需要一条长导线把大功率的闪光灯与相机相连。

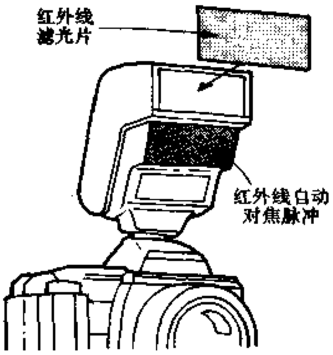


图6.22　在闪光窗前安装一张黑色IR滤光片可令你拍照片时闪光灯看上去像没有开启似的。这种闪光装置可能配有红外自动对焦预馈脉冲装置。

1. 把快门设定在适合闪光的速度。

2. 测取物体的曝光读数，然后在你的快门速度所需的光圈显示的快门的基础上收缩两挡光圈。

3. 未加柔光片的闪光灯放在高处，与你的被摄体成45°角，正确的距离可根据所用的光圈计算出来。可要仔细想好闪光灯放在什么地方(由助手举着还是装在三脚架上)，因为放得太低会造成日落光的印象。也不要想让一大片地方都有"日光"照射。刚才所讲的技术适合拍摄人像、建筑细节，雕刻等等。同样，应避免闪光灯离被摄体太近，这种光看上去不均匀，不自然。如有必要，不妨增加距离，加大亮度。

在拍摄时使用闪光灯加别的照明器械时，要记住，当你的闪光灯在户外使用时，它的有效指数(被摄体距离×光圈数)，会变得低于闪光灯上所标定的数字。这是因为手册上的指数是假定你在周围是"一般"反光的天花板或墙壁的普通摄影室内工作。在户外，应反射到被摄体上的光会损失一些。不妨试着按照手册所标定指数的2/3数值来拍你的照片。(参见彩图6.21)。

看不见的(红外)闪光

如果你过滤光源以使红外波长直接照射到主体，你可以把影像直接记录在红外感光胶片上，但周围的人在当时看不到任何照明或想像到照片已被拍下了。电子闪光装置，如钨丝灯，能发出和可见光成恰当比例的红外射线。最简单的方法是在相机上装上闪光灯，把一个看上去不透明的红外滤光片，如柯达87，用胶条固定在闪光灯的窗口上，这样可以过滤掉所有可见光。使用黑白红外胶片拍摄。曝光时，如果没有滤光镜并且使用一般的ISO100/21°胶卷，应使用指数的一半数值。

如果在全黑的状态中工作，先选好位置并固定好相机，在正常照明下预先对好焦点。也可以使用自动对焦相机和一个在闪光前能从一个单独的窗子发出弱红外脉冲的闪光灯，这样自动对焦装置就会对画幅中央的主体聚焦。实际上，你可以在完全可以对焦和取景的昏暗光线下拍摄(如果太暗，人们意识不到你实际上在拍摄)。如果环境中光线太强，你可以在镜头前装一个87滤光镜。这样可以吸收大部分环境光，只让闪光通过(已经被过滤并且看不见)。但是，因为你不再通过单镜头反光相机的镜头观察了，最容易的方法就是使用一台带直接取景器的相机。使用红外闪光拍出的结果与使用日光拍摄红外肖像一样，人物的样子显得吓人，脸色苍白、眼睛发黑。(见图6.23)。

图 6.23 从腰部高度拍的照片，使用红外胶片，闪光灯前加红外滤镜。被摄者可能没有看见闪光，也不知道已被拍摄。1/15 秒的曝光还捕捉了背景最明亮的环境光。

图 6.24 有些物质在紫外线的辐射下会产生可视光。要想记下你所见到的光，只需滤掉反射紫外线，否则也会把紫外线记录下来。见图 6.35。

荧光(紫外线)摄影

在黑暗中，一些物质在(看不见的)紫外线的辐射下会发出荧光或带白色或彩色的光芒。塑料珠宝、发光油墨、海报用纸、人造纤维衬衫、甚至洗涤液和假牙或多或少都会发出光来。大多数的蓝色光源发出紫外光，如日光、水银蒸汽紫外线保健灯、紫色防伪灯或灯管。如图 6.24 所示，光源应包括一个能通过紫外线但到达拍摄主体的可见光线却很少的滤光镜。所有的胶片对最近的紫外线波都很敏感，因此你必须截住到达胶片的紫外光，让发荧光的主体所产生的可见光通过。这就意味着要把一个透明的紫外线滤镜装在镜头前，如柯达 1A。

最好用日光型胶片来拍摄五颜六色的荧光，同时还要在一间全黑的摄影室里，让一两盏紫外线保健灯或聚光灯照射被摄体。这种灯经过滤光后只发出昏暗的蓝光和你看不见的大量紫外光。被摄体的荧光部分此时明亮发光，假如在镜头前装上一个紫外线滤光器，胶片上就可以确切记录下你所看到的景物。(不加滤光器，主体看

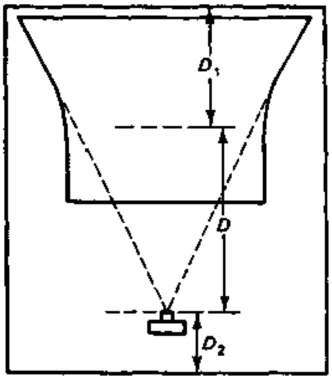


图6.25 摄影室空间的设计。有用工作空间 $D_1 + D_2$ 要等于D，此为镜头到被摄体的距离。此图是为46°视角的镜头设计的。

上去似乎像洒了蓝光，把别的色彩都抹掉了。)通常，你需要加一束可见光；否则荧光部分就像是在黑暗中漂浮着一样。所以应当从侧面或后面加一束微弱的日光，也可以把百叶窗打开一点让进来的光漫散。要用目测来决定正确均衡。使用相机或手持测光表测取的正常读数决定荧光部分的曝光。除非你的眼睛使用UV护目镜，否则避免盯着UV灯看，这样会使眼睛受伤。

筹建摄影室

摄影室

如果你住在一个大城镇或城市，你也许不需要有自己的摄影室。你可以根据工作需要，租一个设备完善的摄影室，可以租一个小时，也可以租一天，然后把花销算在顾客身上。再有，你所从事的摄影也许是以外景地为基础的，拍摄旅游、建筑、纪实和体育照片等，即你可能走出暗房和办公室工作。对大多数摄影师来说，摄影室意味着一个基地，你可以在里面做试验，存放道具，有时间搭设你可能拍摄的场景，如果必要的话，可以干到深夜。你的摄影室意味着不受干扰、设备齐全和技术方便，当然其它时候它也许只是个储藏室或睡觉的地方。专业摄影师没有自己的摄影室就不能称其为摄影师。

摄影室不必太大，只要有空地，都会被器材占满。形状和高度像大小一样重要。一间简单的方形或长方形的地面，设计起来要比一间多角形或凹形的房子灵活得多(见图6.25)。在决定房间大小时，要把所拍的最大主体考虑在内，同时还要考虑你最长镜头的焦距。然后，主体和镜头之间的距离就可以通过主体的高度除以底片高度，再乘以焦距计算出来。比如，一个物体从顶部到底部高约2.5米。用6×7厘米相机，90毫米镜头拍摄，距离要3.2米。如果用165毫米镜头，距离为5.9米。还有，要在相机后面留出空间

图6.26 用折叠门隔成的办公室，使你能使用整个场地，布置大场景(右图)。

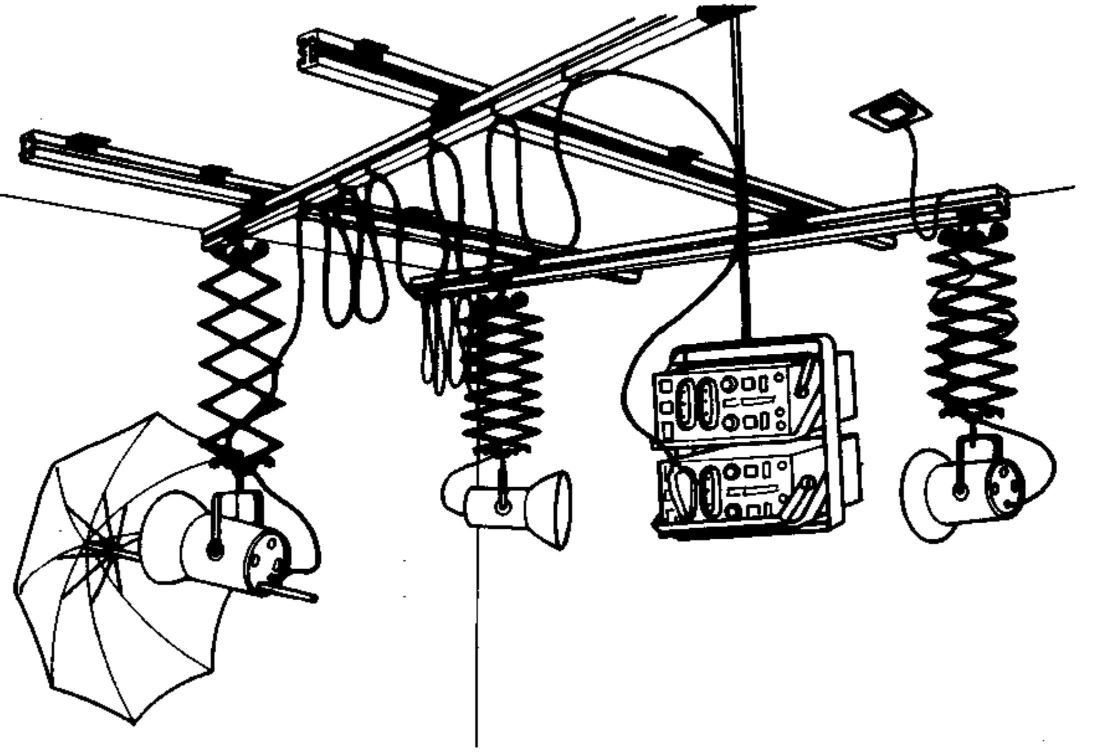


图 6.27 在高天花板的摄影室里，有些闪光灯和电源组可悬吊在轨道上。下面用于支撑灯的横梁可以在上面交叉的横杆中拉来拉去。悬吊的装置要固定在可产生抵销力的蛇形升降器上，这样会使灯头无重量。电源组和单头闪光灯由相机发出的红外脉冲开启。

供你工作，主体后也要有足够的空间，以便单独照亮背景或布置逆光照明灯。

你可以从不同距离照明的地方依据供放原则，将带有反光罩的灯具或照明装置所刊登的配极曲线计算出来。图 6.28 极坐标图表示了光源的散发情况，你可以参照此图来筹划你的工作室。

大多数静态摄影照明设备都有滑动轮，但如果天花板高达 3 米以上，你就可以在天花板上安装滑动轨道来运载钨丝灯或闪光装

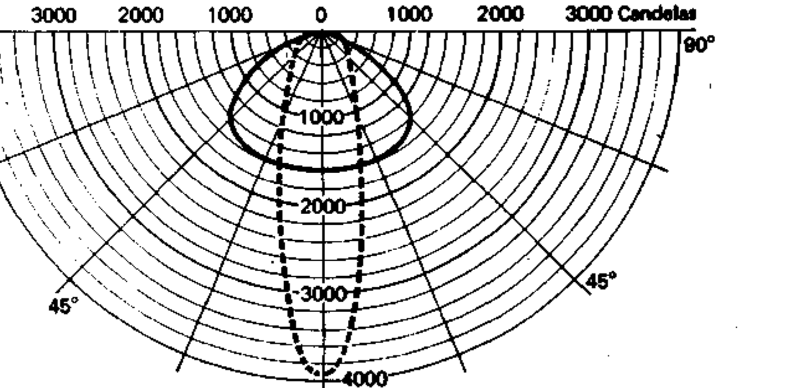


图 6.28 两盏照明器材的强度和分布变换的配极曲线。实线表示泛光灯照灯；虚线表示典型聚光灯。大多数灯和反光罩的对称形状表明通常情况下只显示所需要的左半侧或右半侧的极坐标图。

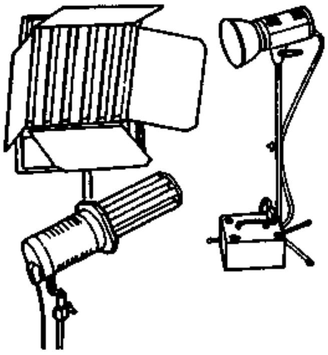


图 6.29 连续不闪动光源适合使用数字扫描后背的相机。左图：带高频荧光管的照明装置。右图：带镇流器的汞弧碘光放电灯。这两种照明装置都可以在与日光和闪光相匹配的色温下工作。

图 6.30 钨丝灯照明器材。A：带布质柔光头的长臂灯。B：钨丝卤素强光灯(光束可宽可窄，聚焦在反射镜上)C：带折叠伞的钨丝泛光。D：带反光板的折叠两用灯。E：小型泛光灯，可夹在其它器材上，比如门上等。所有构件都应使用耐高温型材料。见图 6.16。

置，见图 6.27。在头顶上安装照明设备可以给你腾出地面空间，不用在电线上踩来踩去。要保证大空间的滑动轨道能够顺利，否则你的照明手段就会落于俗套。

一个好的摄影室至少要有一个大窗户，从而允许你在日光下也能拍摄。。窗户上可以安上百叶窗或窗帘来调整窗子的尺寸，使之可根据需要产生强光照明效果。另外还要能使摄影室全黑下来以避免混合光。出口设计要考虑周到，特别是当要把大件物体，照明杆，背景等东西移进或移出摄影室时。地面到天花板之间最好安上双扇门或折叠门，最理想的是直接通往电梯或楼梯，避免形成旮旯或增加楼梯。

还有一点要注意，要保证摄影室里的照明用电安全、方便，随时插上插头即可使用。在摄影室各处都应摆放插座，特别是在不放置用具和背景的墙角和凹进处。屋里表层要刷上白色无光漆或黑漆，地板为灰色。地面要平实、坚固，这样在曝光时，即使有人走动，地面也不会震动。

摄影室的连续照明

摄影室使用的照明设备包括卤钨灯，这种灯比传统的丝灯要有效、小巧和耐用。如需要柔光，可把光线直接射向反光罩或漫射器

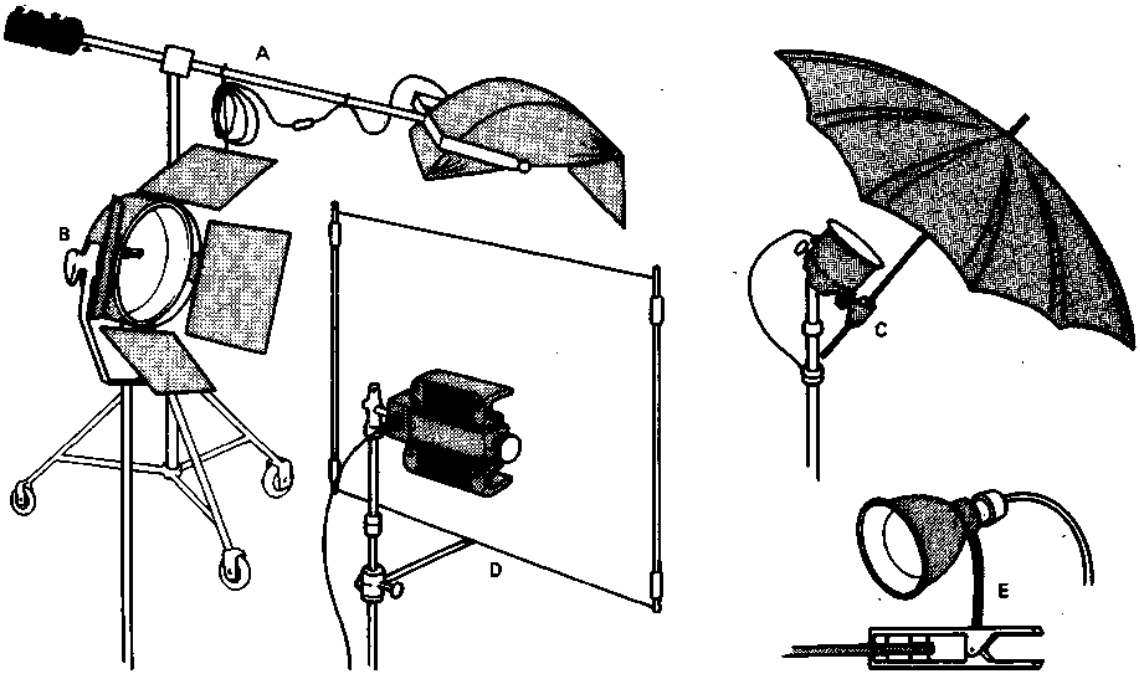


图 6.31 对钨丝灯减少或增加瓦数的效果。减低电流量能使寿命延长，但使色温减少。每瓦产生的光流明越小，照明越暗。

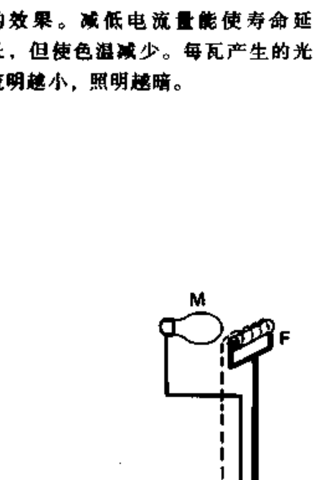


图 6.32 带造型灯的电子闪光灯设计平面图。用家用电压提供的电给电容器(C)充电。第二条电路向靠近闪光灯的造型灯 M 提供电力。第三条电路通过减低电压的变压器(T)并且通过相机快门或与闪光灯(F)连线相接的其它开启装置相连。当此10—12 伏的电路关闭时，会降低管内气体的阻力，使电容器通过闪光灯的明亮闪光放电。高压决不能通过开启电路。

使之发散(见图 6.30)。灯光在大小、形状、灯罩式样、工作电压和瓦数以及在正确的电压下他们的色温也不尽相同。可以选择 3200K 或 3400K 的摄影灯(后一种的色温对电影胶片来说是标准的)。但注意不要把两者混用。这两种灯视觉上的差别很小，只是 3400K 会使灯光型彩色胶片产生一种冷色调。摄影灯比较贵，如果只拍黑白照片，你可以用变压器使电压降低 10% 来提高钨丝灯的寿命。但是，拍彩色照片时不要这么做，电压不足的灯会使色温下降(见图 6.31)。

记住，对于使用线性扫描相机后背的数字摄影来说，你使用的任何连续光源都不能闪烁。一盏汞弧碘光灯可以解决问题，这是一种袖珍日光型放电光源，照明程度相当高，遗憾的是汞弧碘光灯价格很贵。价格低廉的照明设备包含 4 至 6 个高频荧光管，呈格栅状或串状，能发出较强的光。见图 6.29。但这两种形状的管灯都不如汞弧碘光灯亮。

与闪光灯相比，持续光源的主要优点是使你能看到拍出的准确效果。精确的位置，阴影和高光的质量，一个光源与另一个光源之间的亮度平衡都可目测出来。持续照明可以很容易得到主体亮度的曝光值，这样你可以选择这种光源通过可控制的模糊程度来表现动作。你甚至还可以在曝光时移动照明装置，来扩散和柔化它的照明效果。

摄影室闪光

从另一方面说，闪光灯照明不会造成热度或持续眩光(对拍人像来说是一大优势)。灯光亮度始终如一，即使电压稍有不稳也是如此。这是因为灯管是由存储电容器的脉冲提供电力，而不是直接从电源处得到电力。当然，闪光灯能使相机或运动的主体凝固，可以让你自由地在摄影室走动。另外，如果每一个闪光灯头都有一个和闪光灯管尺寸、位置相匹配的钨丝造型灯，那么你能预先检查照明的方向和均匀程度。使用柔和的闪光准确性最佳。

大多数摄影室常用的闪光装置发出的闪光色温为 5500K 或 5600K。这与小型手持闪光灯相比呈现的蓝色要淡一些，但试验表明，对于一些品牌的日光型幻灯片来说，建议使用略呈暖调的滤光镜。如果电流变弱，摄影室中好的闪光装置在色温上不应有明显的变化。像任何其它照明装置一样，色温会由于你使用不同灯头的反光罩、漫射屏或别的附件而发生变化，色温表会帮助你测量出准确值来。不要在一间工作室内混用不同品牌的闪光灯。

摄影室闪光灯的持续时间一般为 1/ 500 秒—1/ 1000 秒，但会随着所选择的放电量的大小，以及电量是否在几个灯头之间分配

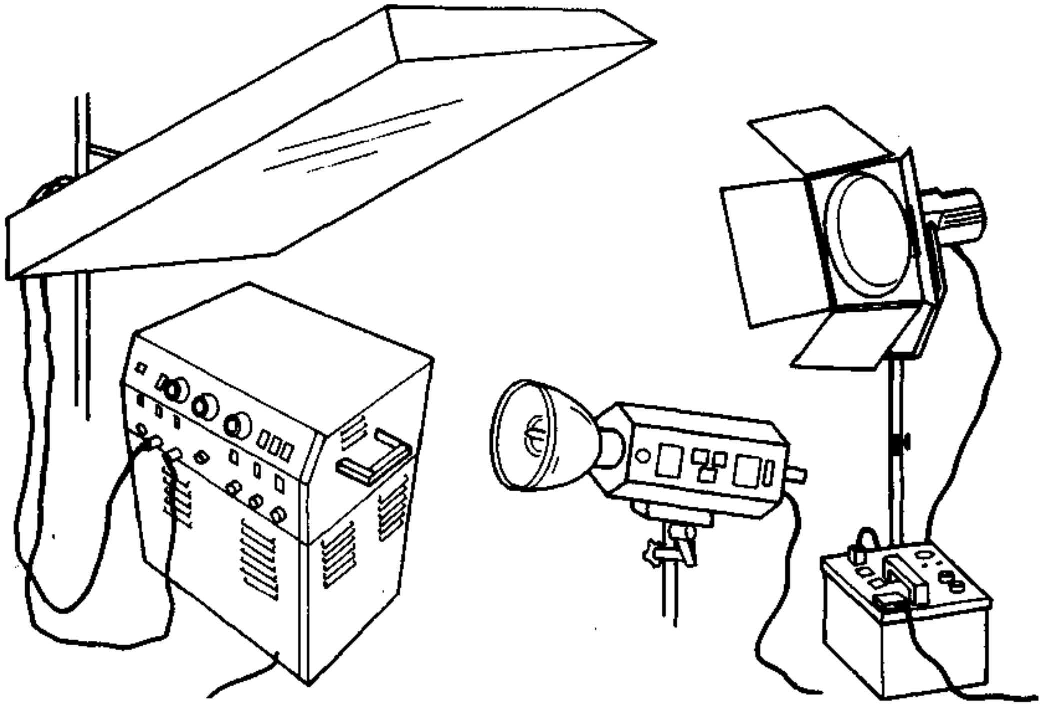


图6.33 使用分式或整体式电源组的电子闪光灯头。左：大型窗灯，由5000瓦/秒电源组供电。别的种类的灯头也可接在上面。电源组在反射板后面。右：2000瓦/秒分体电源组，能容纳3个头。所有闪光灯头包含造型灯。

而变化。同一间摄影室的装置，用一个灯照明时，由于电量充足，闪光时间为1/400秒。但如果同时使用三盏灯时，三个插头插在电插板上，闪光时间就为1/1000秒。在拍快速运动的主体时(比如倒出的液体、舞蹈动作、转动的机器等)要注意这一点。闪光灯的功率调得越低，“凝住的”主体就越多。手提式自动猝灭闪光灯

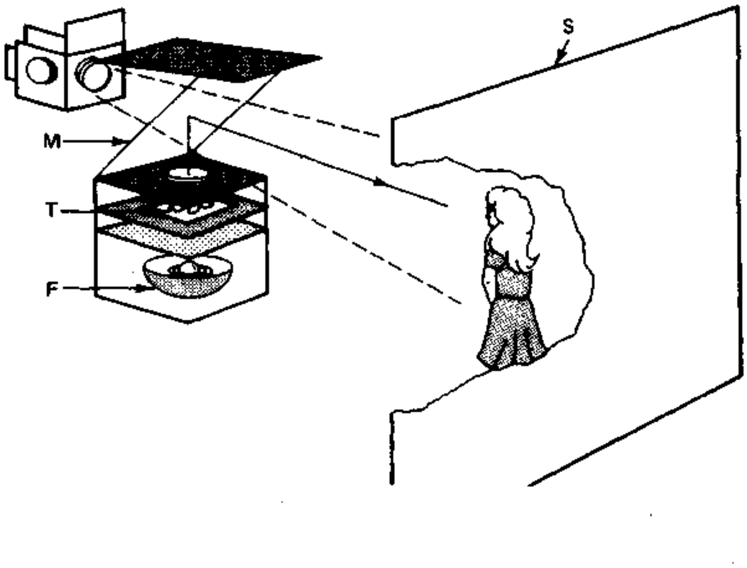


图6.34 正面投影闪光装置。闪光装置(F)照亮透明正片(T)，该正片通过幻灯机镜头成像，通过45°单向反射镜(M)把影像反射到特殊的3米斯柯奇莱特屏幕上(S)。饰有小玻璃珠的屏幕材料很有定向性，能够通过反射镜把光沿原路反射到相机镜头。在背景较明亮的情况下，反光较少的人物会呈剪影。你要对人物单独照明，可在与镜头轴心成25°以上的任何角度照明。从闪光灯到达屏幕的任何光都会被反射到光源处，故不会混淆背景。在相机后的墙应为黑色，以消除过多的散射光。

能使闪光持续时间有更多的选择，短时可达 1/ 40000 秒。

总之，摄影室闪光灯是按两种形式设计的，一种是集多种于一体的装置，另一种是多头电源组(见图 6.33)。整体的闪光装置便宜、轻巧，但功率不足。如把电源组和闪光头连用，你就有了可以装在灯架或滑轨上的小型单一装置，然后可以像钨丝灯那样直接插上电源就可使用。分开的电源组装置可以容纳不同的灯头，包括环状闪光灯、条形管灯，或者正面投影装置(图 6.34)。它们比使用夹子夹上去的反光罩和柔光镜的单一组合装置的照明范围要宽得多。发电机放在地上，可作为其中一个闪光灯头的压脚，也可挂在吊轨上便于你调整控制，吊轨上的灯可随意放置，就像章鱼的触手运用自如。闪光装置的电力是用焦耳为单位的(或相当于“瓦特秒”)，但这指的是灯管从电源装置所接收的最大能量，不管安装的是什么样的灯头和反光罩。准确掌握设备提供的指数非常有用。在厂家的说明书上，国际惯用的指数指的是使用 ISO100/ 21°的胶卷和装有反光罩的灯头大约发出 65°的区域光(光达 2 米)。造型灯通常强度更大一些，当光线被反射或被漫射后，效果就会很明显。也就是说在灯头上要安一个鼓风机，避免过热的产生。大功率的造型灯可以(手动或自动)按比例使闪光灯发出的光变得黯淡下来。你也可以只用造型灯作为持续光源来进行拍摄。但是，如果你用此种方法拍摄彩色照片，就要保证所有的灯色温相同，并且要和你所使用的胶卷一致。(参见彩图 6.35)。

如果你没有闪光测光表，带有造型灯的影室闪光读数可以使用普通的(非闪光)曝光表或相机的 TTL 系统测出。首先，通过以下步骤了解灯泡和闪光灯之间的照明关系：

1. 用两个功率一样，带相同造型灯的闪光灯头，按正常方法照亮主体。

2. 测取曝光读数，记下所给的快门速度/ 光圈组合。

3. 根据估算以不同的光圈数值按包围法测光测取一系列闪光曝光值，然后再检查结果，看看哪个是正确的。现在回过头来再看一下对应的光圈数，你的测光表所给出的快门速度，忘掉它指的是快门速度，只记住它是你的闪光读数的“基准点”。下次你使用此闪光设备拍摄时，重复第二步，当对应(快门速度)基准点给出光圈数值时，抄录下你闪光所需用的光圈。

若是相机装在三脚架上，即使闪光灯电力不足，记住你同样可以使用一系列闪光拍摄静物，室内景物和其它不动的物体。第二次闪光(在充电停顿后)会使这一亮度加倍亮起来，从而允许增加一挡光圈所能带来的景深。总共 4 次闪光会使你把光圈收小两挡。重复闪光的另一个原因是通过闪光之间移动闪光灯，可以取得几个光源

的效果。用这种方法，你可以从几个隐蔽的闪光位置把一个长屋子照亮。但是如果你现在用每一次闪光照亮不同的地方，曝光必须以闪光灯和每一次闪光所照射的主体间的平均距离为基础。

微型闪光灯

你偶尔需要拍摄运动速度极快的物体的静止照片。如飞虫的特写，水珠的四溅、破裂、碰撞、甚至小型爆炸等都非一般闪光灯所能适应的。因此，你可以租用或购买一套微秒闪光设备，来进行科学记录的工作。这种微秒闪光持续时间相当于百万分之一秒。这样拍摄的效果就比一般的摄影室闪光灯要弱一些，特别是当你加上倒易律(短时间)失效对胶片的影响时。所以，把闪光灯放得离被拍摄物近一些，如果你还要缩小光圈的话，要用快速胶片。像拍摄破裂这样的瞬间动作，把快门打开，在一间全黑的摄影室进行拍摄，然后用一个探测或红外线光束断路触发器来使你的被摄体开启闪光灯，遗憾的是，虽然某些快速动作在微型闪光照片上能表现出来，但是效果不太自然。所以，你可以增加持续时间长一点的影室闪光灯，来为照片增添模糊效果。把两组闪光设备调成同步闪光，用主体触发器或快门开启闪光。(参见彩图 6.36)。

摄影室照明附件

每一个制造钨丝灯或闪光照明装置的厂家都会提供可互换的附件。它们包括照明支撑物(轮式或可折叠支架、夹子、升降臂)，以及安装在闪光头前的各种光束成形器和柔光片。光束成形器指的是广角或窄角的圆锥形反光罩、聚光罩、蜂状网格、挡光板、遮光器等，它们能帮助你在需要的地方控制光线，带夹子的柔光片、柔光箱和反光伞都是使小型强光源变成大的柔和光源的工具，尽管强度会有所损失。

你可以购买辅助性聚光光学部件安装在闪光头和造型灯上。这样可使光线变强，可产生像钨丝聚焦聚光灯那样可控制的光束。另一个对静物摄影有用的附件是光导纤维附件(见彩图 6.37)，它能够使闪光管或钨丝灯发出的光照射在困难的地方(比如说选择一些关键部位)。这样你就能把光通过管道，打在建筑模型上，或者引入水箱。这种灵活的玻璃纤维束，在传送光时不产生热量，对于拍摄花或食品这样的主体非常有帮助。然而，光导纤维毕竟是为摄影照明而设计的。一些纤维系统在导光时会使光线带上绿色调。

这种照明方式的进一步发展是使用一条长长的灵活的光学软管(比如软管大王系统)来为静物打光。这意味着，在一间黑暗的摄影室里，打开相机快门锁，像拿着一支画笔或气刷一样握住软管的末

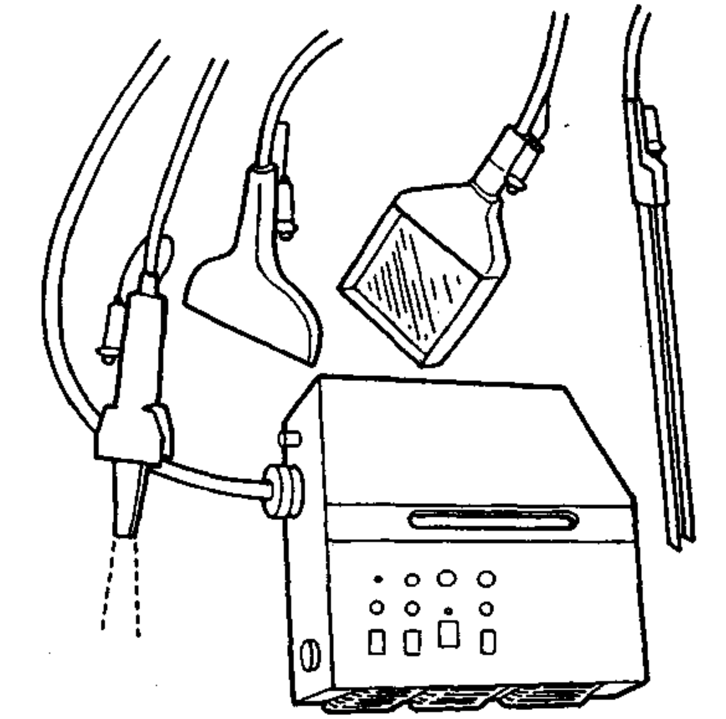


图 6.38 用光绘画的“软管大王”。主箱包括高功率的氙灯，通过一根长光导纤维软管，把光传输到任何相连接的灯头上。照明可从细光束到柔和的“呈一定形状的高光”。每个灯头都带有开关。

端，继续从各种角度有规则地移动打在被摄主体上的光线。按照你构思的部位打光，不管你照射的时间长短，“笔”的距离，不同物体之间的色调平衡，或物体与背景之间的色调平衡都可以控制。另外，当你照明背景和道具时，你还可以把柔光片夹在镜头上，在照明主体时再把它移开。拍出的影像具有柔焦效果，发散的强光只处在你想要的地方。除了采用数字处理技术之外，别的任何技术都达不到这种效果。

选择照明设备

你确实需要连续照明设备和闪光照明设备，因为它们各有千秋。人们对它们的看法也不尽相同，但摄影师们在摄影室里主要使用闪光设备，同时为应付特殊情况再准备一些功率合适的钨丝灯设备，例如，拍摄运动着的物体。(不闪动的连续光对在摄影室里从事电子影像也是非常必需的，但当使用一次矩阵式 CCD 系统时，最好选择闪光灯，因为可减少热度)。对于静态摄影来说，找到 650 瓦—1000 瓦的灯足够了，除非你要照亮汽车或大型房间设施。功率过大的灯会带来过热并占用较大空间。还要记住，使强光变柔和(使用反射光或加柔光器)比让大型柔光源变成强光要容易得多。

如果你正置办闪光器材，在买你要的东西时，要确保器材可以通用，可用于大面积照明。检查一下附件。考虑一下红外线或光电触发装置，以及一个反光伞或底片箱。要考虑造型灯等零件是否容易买到，特别是进口设备。单头闪光设备要便于在外景地和摄影室内使用。但是，当想用多盏灯头时，分体电源组系统功率更强、更方便。它们还可以容纳多种类型的闪光头及附件。

谈到功率，如果使用大光圈拍摄 35 毫米画幅的作品，一对 500 瓦/秒的单头闪光灯可能足够用了。但是要拍摄大画幅照片，使用较小的光圈，可能需要 5000 瓦/秒的或更强的灯，价格可能是前者的 10 倍。闪光输出按百分比递减也是一项有用的功能，特别是使用包围法曝光并允许对闪光持续时间作出某种选择。仔细比较闪光回电时间(在闪光间隙，储电器要使灯充电后，方可进行第二次闪光)。摄影室闪光灯的回电时间要比电池闪光灯快，但 5000 瓦/秒的设备开至最大功率需要 5 秒。这对于静物摄影来说不算什么，但对运动物体来说就太长了。有些低输出功率的设备设计充电时间为 0.3 秒，也就是说，你可以使用带马达卷片器的相机或创造频闪多影像效果。

还要考虑一下你选择的系统总的形状和视觉设计，特别是用于公共场所时，总的来说，它是你职业形象的一部分。摄影室电子闪光灯比较昂贵，你要全面考虑一下你想买的东西。完成这项工作的最好的方法是，根据你的工作环境，租用一套想买的设备，然后对着典型的被摄体试拍一下。

安装照明设备

这里你首先要看一下家用电源是否能用。没有的话，你可把一个小型汽油发电机装在车后箱，即可发送稳定的 1000 瓦左右的电，对钨丝灯来说还不够用，但用于一对带造型灯的 500 瓦/秒单头闪光灯是足够的。有些闪光设备被设计成手提箱式，通过转换器使用家庭用电自己发电、汽车电池(见图 6.39)或镍镉电池来工作。在外景地使用摄影室型闪光灯，能让你在田野中或海滩上照亮被摄体。

有许多的轻型、正面照明的石英碘钨灯设备，典型的是输出功率在 500 瓦到 1500 瓦之间，大多是为录相/电影工作而设计的，灯光强、热度高。最好用反射光。加上一个防热蓝滤光镜，可以把色温转变成 5500K——当你补充日光时特别有用。

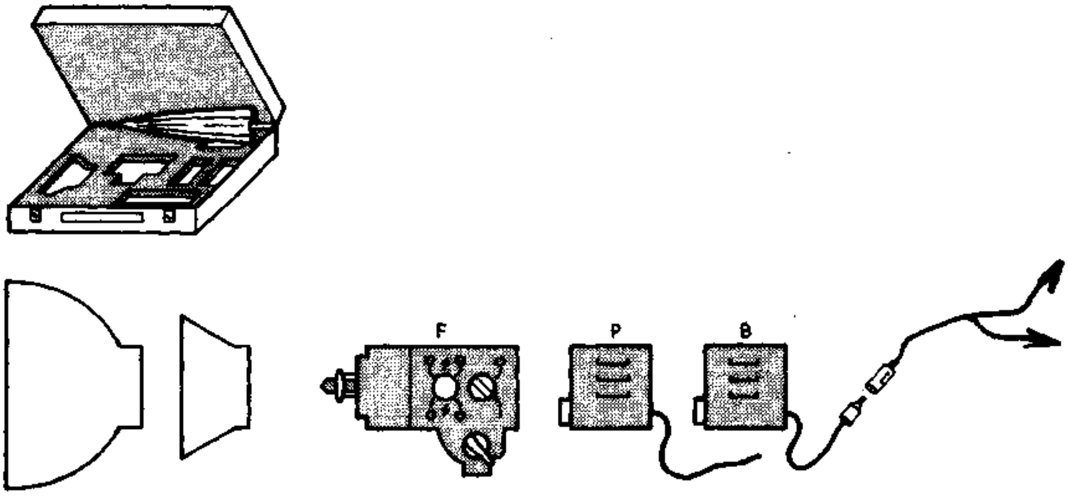


图 6.39　袖珍外景地闪光器材箱。250 瓦／秒主要闪光装置(F)包括环型闪光灯管、造型灯和输出功率控制装置。变压器(P)可使用一般家用电源。装置 B 可使用汽车电池供电。

电池供电设备

有些电池电源钨丝灯是专为录制新闻设计的。光强度大，通过带夹子的小漫射屏可以柔化。每一盏灯都是靠电池或背在身上的蓄电池来供电，每次充电后可用 20 分钟。重新充电需要 6—8 小时。这种闪光灯对静态摄影来说不太实用，因为有一些先进的闪光灯可以替代。

手持电池供电闪光灯和摄影室闪光灯在许多重要性能上都不同——自己充电、更便宜、不能提供造型光、功率不那么强。闪光灯的最大指数是从 15—60 米，当然这取决于设备的大小和设计。(这是和一个小型 400 瓦／秒摄影室设备，指数为 40，到 5000 瓦／秒的设备，指数为 300—400 的闪光灯比较而言。)一个指数 30 的闪光灯，如你想让光线反射或在室外离开相机使用，它足可以成为主光源，除非你连续使用高速胶片和大光圈。这种闪光灯光输出充足，每次闪光不会用掉全部能量去照明。一支专业型的闪光灯，可让你用部分电源工作，用于补光或者为了上电快，但当你使用柔光片，广角光束成形器或滤光镜时，它又能用全部能量来照明。

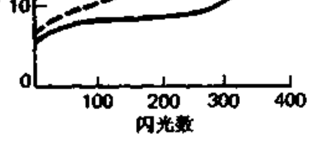


图 6.40　碱性电池手持闪光性能随气温变化的情况。20°时，重新充电超过 10 秒钟，可用此装置闪光 300次。在 0°时，只能闪 100 次(试验建立在充电后马上使用闪光灯的情形下)。

选择一个可以倾斜打反射光，可接受触发导线以及感应管的闪光灯。这样你可以让灯离开相机并利用另一个闪光灯遥控开启。这种闪光灯可能是专用的或自身感应型的，(图 6.41)，同时它还必须能手动操作。在输出比上有选择余地的闪光灯，可令你在与其它光源一齐使用时解决技术上遇到的问题。

有些电子闪光灯能发出大约 1／25 秒较长时间的、稳定闪光。这种闪光灯可与 35 毫米焦平快门的各挡速度闪光同步，并且使你

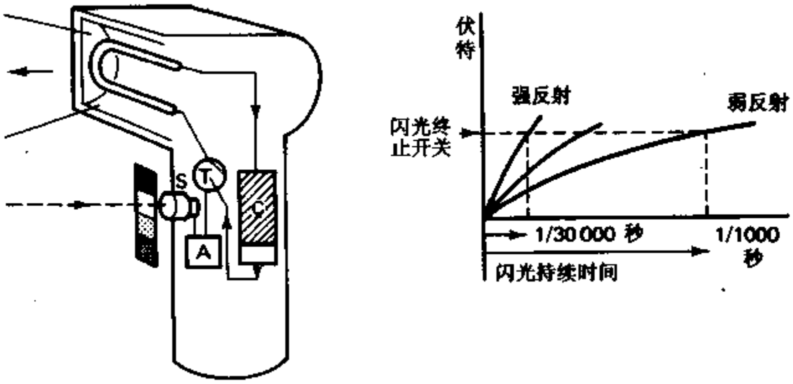


图 6.41 近右：自动闪光灯的基本电路(电池没有显示出来)。C：在预先放置中性密度滤光镜后面的光传感器。有些种类使用不同尺寸的光圈来代替。A：模拟控制芯片。T：半导体开关装置。C：主电容器，为闪光管供电。远右：从主体到传感器反射的光引起少量电荷积累。到达规定标准时，闪光结束。因此主体越近或越白，闪光时间越短(全黑传感设定是手动模式)。

对光圈有多种选择，以便用于辅助闪光和类似的技术。但要记住，尽管快门速度选择余地大，没有因不同步闪光而出现半幅画面受光的情况，但是快门速度越快，发出的光会越少。叶片快门也一样。使用一支输出功率较大的闪光灯意味着指数随快门速度一起变化，1/ 60 秒指数为 30 的闪光灯，1/ 2000 秒时指数只有 12。

有一些附件是为闪光灯设计的。许多附件不一定需要或可以临时准备。有些可以降低光的输出，而这些光恰恰是你想要的。但是，有几只闪光灯还是有用的，既可接到相机上，又可以触发闪光，这样，条件允许时，你就可以得到如同在摄影室一样的创造性用光的余地。但不要把不同品牌的闪光灯混用——色温的差异(5500—5800K)可能都会在照片上显现出来。

照明和安全

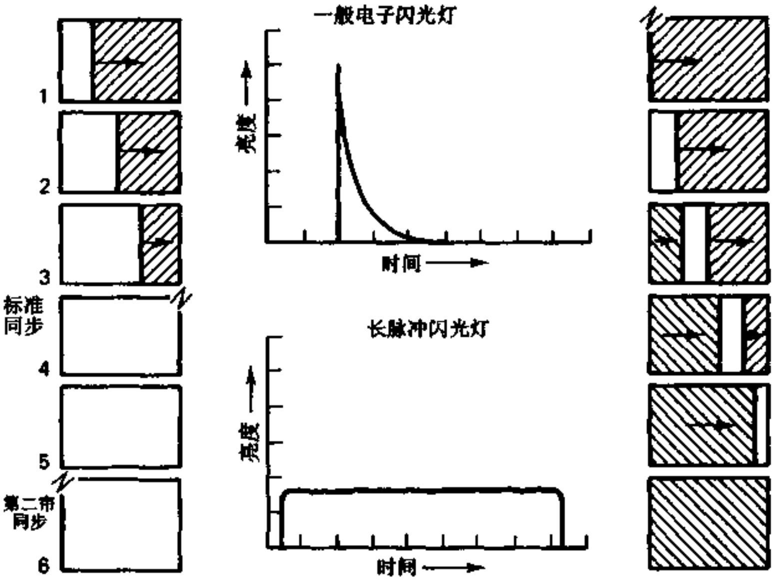
在摄影中，照明带来的事故很常见，下面是安全须知：

1. 照明灯头是一个潜在的不稳定因素，特别是当灯架被拉得很高时。拉电线时，要确保照明设备不会倒下，把电线夹在接近地面的支架上就可避免这种情况的发生。有时一阵风都会把器材吹倒，因此要把底座压结实(带反光伞的单头灯或固定在支架顶端的柔光箱最易受风吹倒)。

2. 不要把电线放在人们常走动或坐下的地方。不要用配电箱或插板连接太多的灯，因为这样电线会互相搭接，容易出事，避免让电线紧缠在线轴上为照明设备供电。电流会让卷曲的电线变热甚至闷烧出火焰。

3. 不要在白炽灯前悬挂一些东西来柔化或滤光。把附件放到远离热平面的地方。掉入电插头和插座中的碎屑(如，背景纸等)都会引起火灾。

图 6.42 一般闪光灯闪光时间很短，只能用于在某一时刻快门完全打开的焦点平面快门相机(见右图)。当第一帘完全打开，或为了追求清晰和模糊混在一起的效果。第二帘刚要关闭前，这种闪光可能开启。但长脉冲闪光很慢，可以和较快的快门速度一起使用。因为只有一个狭缝闪过焦点平面。当第一帘开始打开时，闪光灯闪亮(见最右图)，直到快门完成动作之前，一直保持均匀光线。



4. 悬挂在屋顶轨道上的灯具或电源组应该用安全链固定。一定记住用毕把顶灯收起，把装在地面灯架上的灯降低。

5. 电和水(包括冷凝水)不能混合。除非有特殊保护措施，否则避免在潮湿的地方存放或使用照明器材。

6. 不要打开电子闪光灯自己修理。即使小型闪光灯也能给你一击。不要把闪光头错接或重接在刚充完电的电源组上，因为这引起电弧。

7. 确保所有照明器材都和地面相接。

内容提要

●照明要使被摄体在视觉上产生正确效果，同时，还要预料当画面记录在胶片上时将会发生的一些变化。要避免的要点是：反差过大；不必要的色彩；技术上正确但不能表现主题的照明。

●主体反差 = 主体反射范围 × 照明比率。反射范围越小，照明比率越高。主体反差极限在阴影和高光的比是 1:128(黑白胶片)；1:32(反转片)；1:32 彩色负片，1:8 是在色彩全面临界时。CCD 传感器比率(矩阵式)为 250:1。同样(三线扫描阵列)712:1，尽管以后为适应计算机需要减少比率。控制照明反差的最好方法是使用不同强度的辅助光。

●色温(开氏绝对温度)越高，蓝色波长越长，红色波长越短。非白炽灯光源不会发出连续光谱，充其量只会具有相应色温而已。

胶卷大部分在 3200K 或 5500K 时会达到平衡。CCD 系统通过“白色平衡”的设定，可以调整感色性。电压不稳；非中性反光板漫射屏或色彩环境；大气条件/一天中的不同时辰，以及把不同色温的光源混在一起用时，都会使照明色发生变化。

●色温表可以测量红色、绿色或蓝色波长的光源比例，用 K 或微倒度值表示。M = 1 百万除以 K。不管你使用多大色温的光源，滤光镜微倒度变换值(+ 或 -)始终是个常量。滤光镜组合的效果通过把它们的微倒度值加在一起来表示。

●要准备转换滤光镜、彩色校正滤光镜，最好再有一块色温表。如果幻灯片出现偏色，不妨使用凭视觉校正幻灯片中间调所需强度一半的滤光镜重新拍摄。微倒度值错 10 个数就可能产生明显的偏色。设法使照明和胶片的色彩平衡相配，即使使用冷色或暖色照明都应如此。如果必须使用混合照明，不妨对一个光源进行过滤，使之与另一个光源一致，或者分几次曝光，用镜头滤光镜过滤一部分。在摄影室里，应使用中性环境，以及相匹配的光源。在外景地，白色反射板会有助于“清洗”有色环境，但不要过分依赖它们，否则会破坏气氛。

●不论何种光源，有关光的质量、方向、反差、均匀性和颜色的基本原理都适用你的照明。大多数照明组合要简单、自然，但这并不阻止你去试验。

●在闪光和现有光同时使用时，把相机和闪光灯调至手动挡。你可以通过对现有光曝光的方法来控制辅助闪光，然后以 1/4 的输出功率增加闪光。闪光和低快门速度同用时，可产生清晰和模糊的混合影像，这取决于相机或主体是否移动。为了模拟阳光的效果，要使用正确曝光的闪光灯(离开相机闪光)和柔和的，曝光不足的光源。记住，室外工作时闪光指数减小了。

●经滤光镜过滤只发出红外光的闪光，会产生一种“看不见”的光源，适于拍摄黑白红外胶片。假如你使可以吸收紫外线的镜头滤镜，那么在紫外灯下发光的荧光材料会如眼睛所见的那样记录在日光型彩色胶片上。

●在筹备摄影工作室时，要考虑形状、面积，可移动遮光用具，装饰、通风、电(插孔的位置以及负荷)和入口的位置。硬件包括既可支在地上，又可悬挂在天花板轨道上的连续照明灯或闪光灯。使所有的钨丝灯光源的色温相匹配——一般到 3200K。从事黑白摄影时，出于经济考虑，可使灯低负荷运行。使用扫描系统的数字摄影，需要不闪动的荧光管或碘光灯。

●大多数摄影室闪光灯为单头或带插头的电源组，在 5500K—5600K 下工作。在电力充足时，闪光持续时间为 1/500 秒至

1/ 1000 秒。输出功率以瓦/ 秒计算。除非标明，否则指数是针对ISO100/ 21°胶卷而言的，同时要使用带标准反射罩的闪光头。每一支闪光灯(和造型灯)都可在电量输出比率的范围内变化。最好用闪光闪光表测取曝光，但你可以用一般的测光表来测量造型光，并据此计算出闪光曝光数来。要凝住特快的主体，可使用微秒电子闪光灯。

●购买摄影室钨丝灯和闪光器材时，同时把光束成形器，用于漫射光和反射的附件置齐。光导纤维可把闪光或钨丝灯光传导到难以到达的地方，使局部细节突出。在黑暗的摄影室里，还可以用“软管”有选择地把光输送到被摄体上。大功率的闪光灯要比钨丝灯系统贵得多。

●在外景地工作时，使用轻便 QI 灯或便携式摄影室器材。如有必要，用小型汽油发电机供电。选择闪光灯时，选指数大于30、带手动模式，输出功率可以调解并且至少具有触发另一闪光头功能的闪光灯。对于使用自动控制的闪光灯拍摄重要的彩色照片，当闪光持续时间分几次完成时，应记住色温可能发生变化。高负荷闪光灯可使你选择焦点平面快门的各挡速度，但在高速挡位曝光会略显不足。

●在照明时要把安全装在心中，防止高大器材倒下，不要摞放或损坏电线，也不要在灯头上加放东西以免过热。把照明和水分开。不要擅自修理摄影室闪光灯，这会要你命的。

7

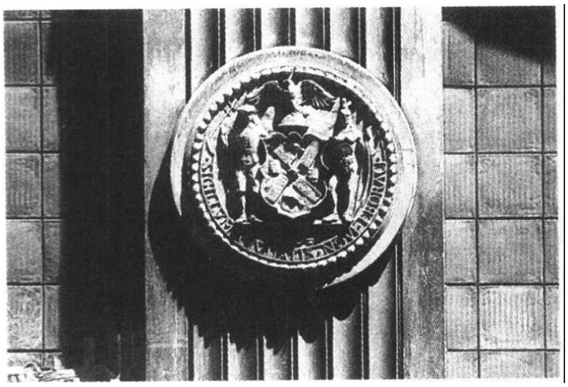
影调控制

本章将集中讨论所有影响你最终照片整个影调质量的种种因素。在拍摄黑白照片时，关键是要制作出具有丰富影调的作品，这对彩色照片也同样重要。“优良作品”与“杰出作品”之间的质量差别就取决于你在有些环节所付出的精力的多少。这些环节包括从测量被摄体的亮度到展示照片所采纳的方式等。你的胶片影像(负片或幻灯片)的影调范围具有特殊的重要性，它是导致低劣照片的唯一、最为常见的原因。在用 CCD 传感器和转换器进行数字影像以获取适当宽度的动态范围时也同样如此。

本章第一部分将从回顾影响影调质量的所有因素开始，阐述胶片和相纸的性能及曝光和显影配合在一起造成的影响。我们认为区域曝光系统是进一步密切控制黑白影像成像的一个方法。不幸的是，有时重要的胶片密度过大、颜色暗淡、反差过高或平淡，但仍然有改进的可能，我们将对此加以论述。在本章的最后，我们将提纲挈领地描述一下如何运用适当的软件，采取电子手段进行曝光前的影调控制，以便调整数字图像的亮度、反差和色彩。

实际操作对影调的影响

影调标准，如同清晰度一样，是一幅摄影作品的特性之一。但并不是说你能够或者真正必须把被摄体的所有明亮度范围准确无误地复制在最终的摄影作品上。相反，有时你可以使影调范围的阴影区或强光末端与事实相背，或对所有影调进行“灰化”处理，你还可把作品简化为彻底的黑和白——如果这样做有助于强化你的拍摄



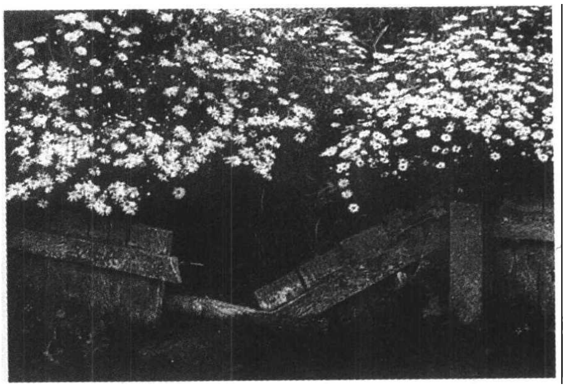


图 7.1 被摄体的明亮度(或影调)范围取决于照明和被摄体本身。上图中，刺目的光线形成了只有一种影调的高反差。请同时参见图 6.3。上面右侧的图片光线平淡，其反差是由花朵和叶子的有限的反射造成的。

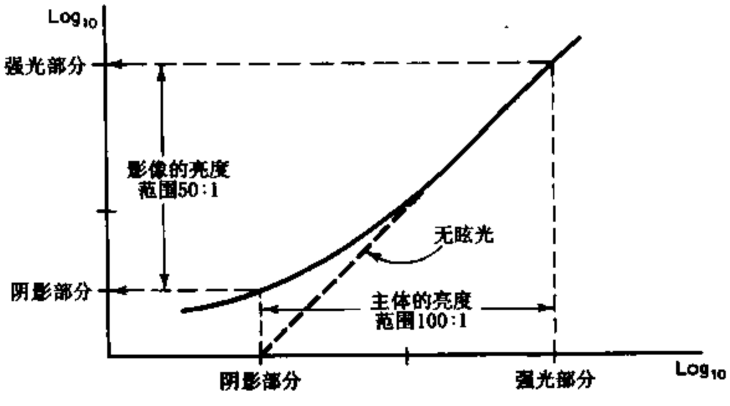
目的的话。(同样，采用浅景深或柔焦和模糊等都不失为精明之举)。重要的是要牢牢掌握你的作品的最终的影调标准。使影像意外受损的不确定因素和令人吃惊的事不应存在。

你可以在 11 个环节中影响最终影像的影调值。其中多数既适于黑白摄影也适于彩色摄影。

1. 被摄体的亮度范围。这是被摄体反射范围和照明比两方面因素的结合。通过借助视点或场景安排控制其中一种因素，同时运用附加的或变化的光线调控另一种因素，你就有可能避免影像反差过高或过低。当过份反射范围与高照明比相配合时，使你有最大的影像影调范围加以处理——或许大大高出任何胶片或 CCD 传感器的范围。(请参见图 6.4)。

2. 滤光镜。彩色反差滤光镜运用到黑白摄影中可影响作品的影调。偏振镜可加强某些带有反光光泽的表面的影调，并且使其色彩更加丰富(参见《基础摄影教程》一书)。柔光镜和具有类似功效的滤镜的作用是将光线从强光散射到投影区，从而使彩色和黑白影

图 7.2 眩光对影像阴影部分的影响。本图表展示的是被摄体的亮度范围(横轴)与镜头中的影像的亮度范围(竖轴)之间的函数关系。如果镜头可以百分之百没有眩光的影响，那么两种亮度范围相当。在实际拍摄中，分散的光线会使阴影部分淡化，并且减弱胶片上的影像的亮度范围。眩光可能由灰尘、油脂、光学器材上的凝结物引起，从后面或侧面杂散人镜头的光线也可造成眩光。



像的反差略微减弱。

3. 镜头和成像条件。镜头的性能质量，眩光和大气条件都会影响曝光胶片上影像的影调范围。通常会出现的复合性不良因素有柔和的漫射，投影区趋于淡化和受到压缩。(见图7.2)。

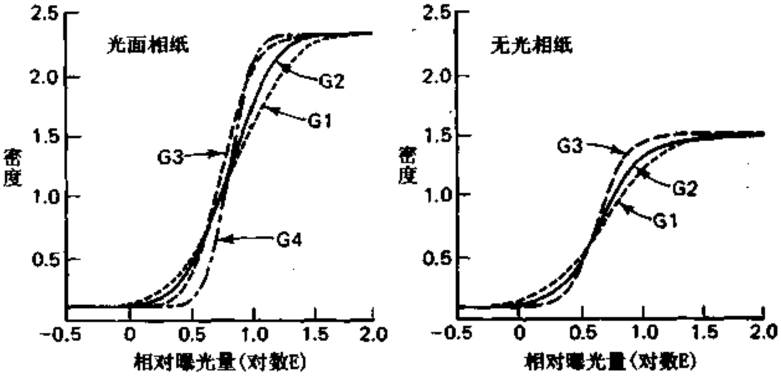
4. 光敏介质。光敏介质是指胶卷乳剂的固有反差及其颗粒性。如果在放大小幅照片时，其影像呈现颗粒粗糙状态，那么这就会使影调区域受损，并且损坏影像层次。你必须尽可能选用质量(包括胶片的生产日期和保存期限)最佳的胶片，否则影调等级就会降低。在数字摄影中，与之相对应的因素是用CCD传感器拍摄时的像素数量，模拟数字转换器的比特深度外加数据影调压缩——所有这些都与打印出图像的最终尺寸相关。

5. 曝光的精确性。曝光过度或不足会分别损坏强光部分或投影部分的影调。记住，胶片生产商在研制大多数黑白负片感光材料时，是按感光材料特性曲线的较低部位曝光的。如果你在曝光时能同它保持一致，那么负片的密度范围就会“适合”相纸性能(如同拼图玩具的两个相互吻合的板块那样)，从而得到一幅影调完整的照片。对于CCD传感器来说，如果曝光过度，则在光度最强部分的周围就会产生曝光过度和眩光现象；若曝光不足，那么，影像细部就会呈现出“粗粉状”，并且在阴影区的最深处产生错误的彩色像素。

6. 胶片的显影剂和显影。在处理黑白负片/正片时，你通常应选择与成像条件相搭配的胶片显影剂和显影量。增加显影就会使负片的影调分离(反差)加大，这种方法有助于补偿低反差影像。延长显影则适用于相反的情形——高反差(参见本章“区域曝光系统”一节)。35毫米胶卷的弊病在于，一个胶卷中的36张底片需要在同样的条件下显影，因此不可避免地采取折中办法。相比之下，彩色胶片的冲洗则不太容易受到这类影响。加强或控制幻灯片冲洗对于补偿曝光不足或曝光过度(改变胶片感光度)是可取的，但不宜完全用于控制反差，因为它会造成色彩平衡偏移。此外，你还要确保冲洗药剂药效良好，温度适宜，并且给予适当的搅动。而你所使用的安全灯也必须确实安全，暗房中不应出现光孔，这样才能把致使影调减弱的灰雾的影响降到最低。

7. 冲洗后的影像处理。这种处理包括用化学药剂减薄或加厚胶片，以便使不尽人意的影调范围得到改善。你可以适当地借助叠印的方法为影像加“蒙片”，叠印用的胶片为密度不大的负片或正片，它能在胶片交付印制或幻灯复制之前降低或增加其影调范围。至于数字影像的制作，我们可以运用像photoshop这类软件，对所拍到的影像进行一系列加工。

图 7.3 相纸对最终影调范围的影响。这条被分成等级的光面溴化银相纸曲线表明，所有等级的相纸都能用于制作出黑度较为丰富的作品，因此其全部密度范围比无光相纸宽。若相纸为染色片基，那么这些曲线的底部应在 0.4 或以上处趋平，限定范围甚至更大。请注意反差(曲线的倾斜度)的变化。1 号光面相纸介于 2 号和 3 号无光相纸之间。

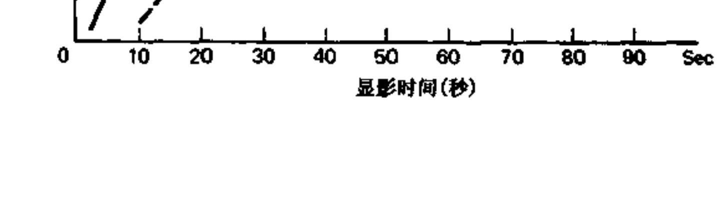


8. 放大机和放大技术。放大机中的胶片照明系统——从刺目的点光源到漫射系统以致用于产生极少见的高反差效果的完全漫射灯头——会影响最终的作品的影调范围。镜头眩光也是影响影调的因素。在放大底片时，眩光会破坏阴影区并使阴影区延伸至强光部分。减少眩光的办法是保持放大机镜头及其内表面清洁，而且还要避免光线泄漏并穿过你正在放大的底片的边缝。另外，你还可以采取对相纸“闪光”的办法有意降低用反差过高的底片制作出的照片的影调范围。

9. 电子调整。对于数字文件而言，你可以通过电子“插值法”来产生额外的像素文件，从而使一幅较大的图片无锯齿状边缘且清楚易辨。每个新像素的影调值是通过周围最近像素的平均值确定的，但由于它们在这个后期环节不能增加实际图像细部，所以清晰度会受损。

10. 照片的材料和印制过程。相纸的最大黑度——无光面纸最灰，光面纸最丰富——几乎都由相纸表面光洁度决定。用黑白卤化银材料印放时，你可以选择相纸反差等级和片基颜色(影响最亮部位可得到高光)。各种反差等级不同的溴化银相纸可以使你对照片

图 7.4 印放照片时充分显影的重要性。涂塑相纸和纤维相纸的作用不同。涂塑相纸显影快，大多数影调在 20 秒钟之内呈现，而且用大约 60 秒就能达到最大密度。相比之下，纤维相纸显影较之缓慢，具有循序渐进式的特点。用这种显影液全部密度是在延长 30 秒后实现的。



做“分级”处理，选择两种不同等级的滤光镜分段完成照片的总曝光，以便增加或缩小所选定区域的影调范围。记住要使之与照片曝光量和显影液定时及温度一致，这一点很重要。另外，使用质量低劣或保存在恶劣条件中的摄影材料和化学药品也会降低影调等级，并且不能有任何安全灯或漏光造成灰雾的征兆。在用数字文件打印照片时，文件的实有尺寸，所使用的方法(喷墨，染色料升华，激光打印等)以及与照片尺寸相关的打印分辨率(每英寸像素)的选择都是重要因素。

11. *最终的观看条件*。在玻璃后面，借助其前方柔和的光源照射的照片会产生各种黑色，看上去仅仅呈现出减弱的灰色和全黑影调。要想取得最大限度的丰富影调，你不妨不用玻璃，而将照片挂在墙上，用一盏聚光灯倾斜照射，用遮光罩紧紧遮住以便只照亮画面部分。放映幻灯片时要在遮挡严密的房间里进行。

如果你的照片影调贫乏，那么几乎可以肯定地说，这归因于你在上述某个或更多个环节中的操作不够仔细，比如在冲洗卤化银材料时温度不稳，放大机镜头不干净等，这些都会暗中破坏你的全部作品的精采之处。有时，只有当你把自己的作品与影展中的摄影大师的真实作品加以对比时，这些缺陷才能显露出来。当然并非每幅佳作都要具备完整丰富的影调范围，但其中有很多却是如此，而且当需要时，你肯定能够做到。

影调控制理论

我们刚刚讨论过一系列环节中的某些操作，由于它们适用于卤化银胶片和相纸，其中有些以图表形式展现在图7.5中。该表说明：当某个被摄体被相机拍摄、转化为黑白负片，然后被印放在溴化银相纸上时，你能够预期影调等级增减。这里选用的被摄体明亮度为1:160或刚刚超过7级——刚好超过所推荐的黑白影像的最大范围，而此时保护阴影区到强光区的所有细节是非常重要的。高密度黑部和小块抢眼的强光部分在调值上甚至会进一步拉大。

来自被摄体的光线穿过亮度系数为2的镜头(镜头亮度系数是被摄体亮度范围与相应影像照度范围之比)，这个系数或许是一个用于室外，尤其是装有滤光镜的长焦距镜头的亮度系数。在低亮度摄影室内使用的一台新型多涂层普通镜头的亮度系数小于1.5。请注意观察亮度是如何通过杂散光线压缩较暗影调的。(你可以在调焦屏上看到。当你在镜头前部边缘附近放置一个被照亮的物体时，黑部就会变成灰部。)因此，确实在胶片上曝光的影像的影调范围下降为1:80 (或log1.9)。

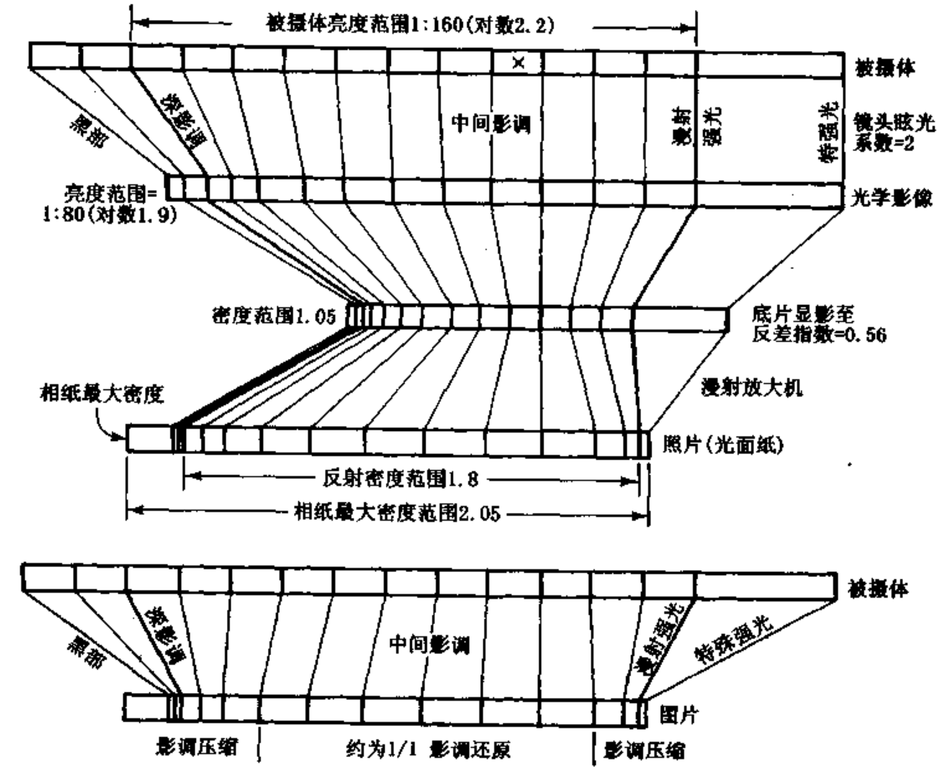


图 7.5　这个条形图描绘的是典型黑白卤化银影像再现，从被摄体到最终放制的照片。明亮度(发光范围)被镜头减减，然后又在底片复制中再度受到压缩。接着，放大和相纸特性又在减少和扩大影调范围。由于从始至终的曝光都正确无误，所以中间影调值(见×处，它代表反射率为18%的灰卡)的变化很小。最强的影调压缩发生在强光区和阴影末端，尤其是阴影区。图表的底部便于与上部表示的被摄体与照片范围直接加以比较。

正确的曝光将这些曝光值分布于普通反差胶片的特性曲线(见图4.13)的趾部和曲线下部水平直线处。所以按0.56反差指数冲洗出来的所有影调被略微压缩，深色被摄体影调被压缩的程度大于其它部分，但仍可区分开。表示原有重要阴影和强光细部的密度此时其密度范围仅为1.05。

图7.5的底线说明，当你用一台装有漫射光源的放大机制作照片时所发生的情况，其中(低)镜头亮度系数被考虑在内。用普通2号光面相纸制作出的照片，其密度范围返回到大约1.8。请注意下列结果是如何发生的：同样经过相纸印放后，被摄体中间影调末端的深色部分与其它影调区相比有所增加，从而使其在负片阶段受到的压缩得以补偿。漫射强光的再现仅仅比相纸片基暗一点，这就使特殊强光部分呈现出纯白。用有色相纸印放照片不能得到程度相当的最大白色度，因此无法获得如此柔和的强光影调。最暗的阴影细部影调具有相纸所能提供的最大密度的90%，从而使被摄体的纯黑部获得最大密度。与光面相纸相比，无光相纸的最大黑度偏灰，这会使最终制作出的照片失去较深影调。图7.7将某些这类胶片与相纸的特性曲线组合在一个“象限曲线图”中，展示了这类胶片与

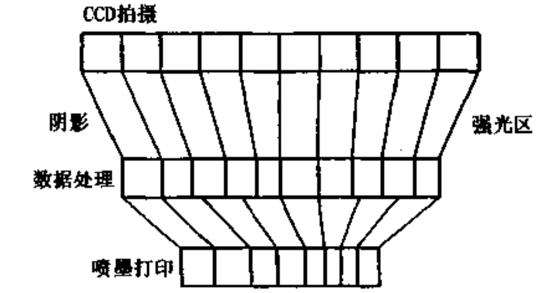


图 7.6 数字影像制复条形图。最上面的一行显示的是用 CCD 传感器拍摄的最大影像范围。为适应计算机的需要，缩减了影像范围（中央）。所选择的影调曲线软件（见彩图 7.29）可以变通以便同输入配套，进而制作出全新的输出影调，从而与特殊照片相符，此图显示，在最终将影像文件传递给喷墨打印机之前，与强光区有关的阴影区影调扩大。

相纸的关系。

这类多级图表表明，胶卷生产商们试图使人们用他们生产出的感光材料拍出的主体的影像具有较宽的照亮度范围(例如：阳光照射场面)，并且一直保持不变，从而恰到好处地覆盖普通纸号相纸提供的密度范围。在此过程中，负片会具备可能性极小的曝光，而这种曝光仍将把重要的阴影区细节记录下来。因此，胶卷展示出最高的感光度和分辨率，并且分布于乳剂中的颗粒和光最少。

请留意系统的设计如何使影像的中间影调的压缩和变形程度达到最小——生产商们以为这些是对作品的极具挑剔性的评判。如果你仍然需要较多的中间影调分离，你可以把负片冲洗至较高反差指数(如 0.65 或 0.7)，这时确定需用 1 号相纸，然而，当你在获取

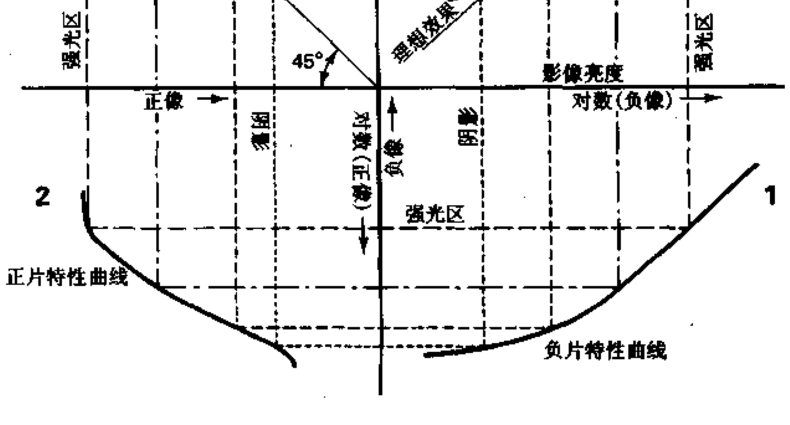


图 7.7 此象限图将负片和正片卤化银材料的特性曲线联系在一起，表明为达到满意的影调再现结果必须采取的“正确”曝光和显影。象限 1：相机影像亮度范围被曝光在胶片上。被摄体的强光区和阴影区的相对密度值被绘制在左边。(逆时针旋转本书)。象限 2：从这些在相纸特性曲线上显示的负片密度值可得出照片密度，左边。移动象限 3，使图旋转 90°。象限 4：这里可以追溯原始相机影像密度值，并且可以再次同照片影调再现对比。一个理想的，不变形的制作结果的曲线为一条 45°直线。

光圈差额	= 比率	= (log_{10} 范围)差额
1	1: 2	0.3
2	1: 4	0.6
3	1: 8	0.9
	1: 10	1.0
4	1: 16	1.2
5	1: 32	1.5
6	1: 64	1.8
	1: 100	2.0
7	1: 128	2.1
8	1: 256	2.4
9	1: 512	2.7

图 7·8　表达范围(照明，被摄体亮度，影像密度等)的三种可供选择的方法。当曝光和密度范围被绘制成特性曲线性能图时，对数表最为常用。

额外中间影调反差时，你仍可以将所有信息挤压入照片，方法是用 2 或 3 号相纸制作并且对强光细部进行局部额外曝光、遮挡投影区细部。下面是源于影调表现理论的几个实际操作要点：

1. 只要条件许可，你最好首先取得正确的被摄体亮度范围(通常的办法是控制光线)，这总比被动地用曝光和显影进行笨拙的补救来得方便。

2. 你或许可以借助减弱显影和补偿少量多余曝光把一个具有极端明亮范围的被摄体记录在负片材料上，但是需寻找与这种单调的负片相配的相纸则是另一回事。即使用质量最佳的光相纸也只能制作出相当于最亮强光区 60 倍的最大黑度。因此，虽然你的照片或许能涵盖所有细部，但是不同被摄体影调之间的范围将受到压缩和轻视，这样制作出的影像就会呈现不自然的灰色且平淡无奇，即使你选用最硬纸号的相纸也是如此。

3. 你要使曝光量和显影技术与放大机的特性和你所偏爱的相纸纸面相配。如果你所用的负片的密度范围超出相纸所能承受的程度，那么由此造成的不良后果是出现被漂白的浅淡强光影调，并且阴影区缺少细节和影调层次。如果你得到的照片归因于出版物的复制，那么这两个消息都不利。你的放大机最好装有可更换式镜头，以便适于软、硬两种照明。使用聚光镜头，你可以把一张密度范围为 0.8 的负片放大在与使用柔光镜头放大密度范围为 1.05 的负片所需的同号相纸上。记住，用暖调相纸(氯溴化银相纸)与用普通溴化银相纸比，能获得更令人满意的黑色影调。

4. 曝光过度或曝光不足的负片将无法确切适于任何相纸。照片中变形的影调范围末端将需要不同(通常较硬)的反差等级，这是与照片中的其它影调相比较而言的，然而，根据这些错误影调区域的形状和大小，具体地讲使用可变反差相纸也许是可能的，同时你还要采取局部遮挡，并用较高反差滤镜放制出原样。

5. 在实验室条件下，基于图 7.5 中的数据的计算机程序可用来控制影像还原，胶片曝光、显影、相纸材料曝光和冲洗的最佳水平可能会事先计算出来。这很适用于航空胶片和电影这类大量的制作，以及负片的批量复制等。如果你是一个正在探索实践中的摄影师，你可以少采用这种分析方法，不过，若想使最终的照片获得恰到好处的影调质量，你必须经常注意这些环节。

精确测量曝光

精确的被摄体曝光读数对影调控制至关重要。利用照相机进行中心重点测光，或者用手持测光表测出一个普通读数，这两种方法

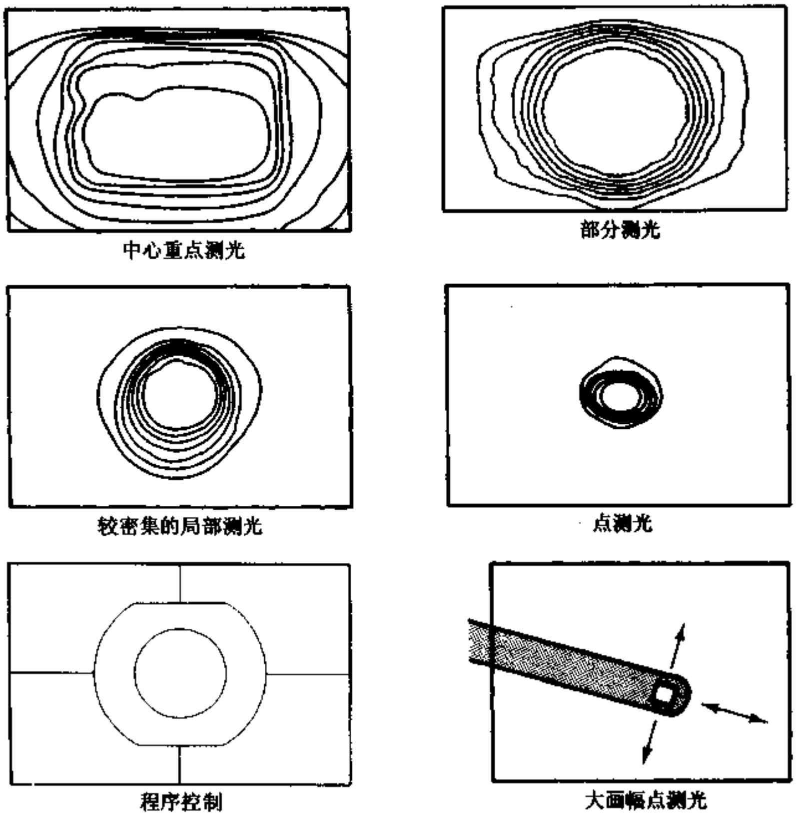


图 7.9 不同的通过镜头测光模式的感光度图形。中心重点测光是集中 60% 的光读数，对取景屏中央大部区域测光。图形设计还降低了风景中天空的作用。局部测光和点测光：这些图形展示的是一个较小的测光区，你必须保持与画面中的主要要素在一条直线上，然后，若这个要素在重新构图时被置于偏离中心的位置，那么你就使用曝光锁。下面的两幅图形：对一个大画幅影像进行点测光意味着，你要采用一个探头以便在移动中测定画面中的任何部位。某些 35 毫米单镜头反光系统“矩阵”多区段可以当即读出调焦屏上 4～5 个部分，因此可用 1 个读数进行反差测试。

适于一般情况下的拍摄。然而这对精心选择被摄体的某些部分测得的曝光读数传递给你的信息量却大得多，尽管这样做要花费更多的时间并且还得具备有关知识。你应记住的主要问题是，任何一个测光值都会提供给你一种快门光圈设定，继而将测光表给定的中灰影调区域记录在胶卷上。

一个普通的读数是将照片中来自暗处、中等亮度和明亮物体的光线混合而成，与小区域相比它更侧重大区域。所有这些组成这么一条理论，即它把整个被摄体范围连为一体，形成划一的灰色。中心重点测量系统也同样，只是它较少顾及照片的边边角角，因为人们以为在构图时不会把重要事物安排在那里。另一个类似的单一读数方法是测量一个中灰卡——它被放在能吸收等量于被摄体光线强度的地方。柯卡公司就生产具有此类用途的 18% 反光卡(至少有 18% 的入射光从“平均”场面中反射过来)。当然，你还可以在手持测光表上安装一个柔光附加镜，并且测定一个从被摄体到相机的读数。所得出的结果与用灰卡得到的相同，两种方式均可避免来自场面中大而且并不重要的区域的过度影响，这个场面与你的被摄体

相比，或者更暗或者更亮。

要想取得有选择性区域的曝光读数，请把普通读数相机或手持测光表接近你所选定的被摄体的某个部位。如果这难以实现，那么就用肉眼确定一个附近与所选定的被摄体部位相当的替代物来测定曝光读数。最佳方法是采用点测光表或者带有点测光模式的相机，这样就可以对被摄体的极小部分进行测量，甚至能从远处的某个拍摄地点测量。有些大画幅照相机带有附加测光表，这种测光系统可以从所选定的被成像于对焦屏上的被摄体的细小部测得点读数(见图 7.10)。

对有选择的区域测取读数意味着，你可以挑选一个想使其最终在照片上呈现中灰的局部景物，并且片基完全在这部分曝光。另一种做法是，通过测定某处诸如风景中的天空之类的漫射强光区获取被摄体的亮度范围。然后再对你打算把其细节记录下来的最暗处进行测量。将(在相同快门速度下的)曝光量的差别记录在案。如果读数提醒你的景物超过你的胶卷范围(参见第六章“对反差的实际控制”一节)，你也可以采取如下方法：

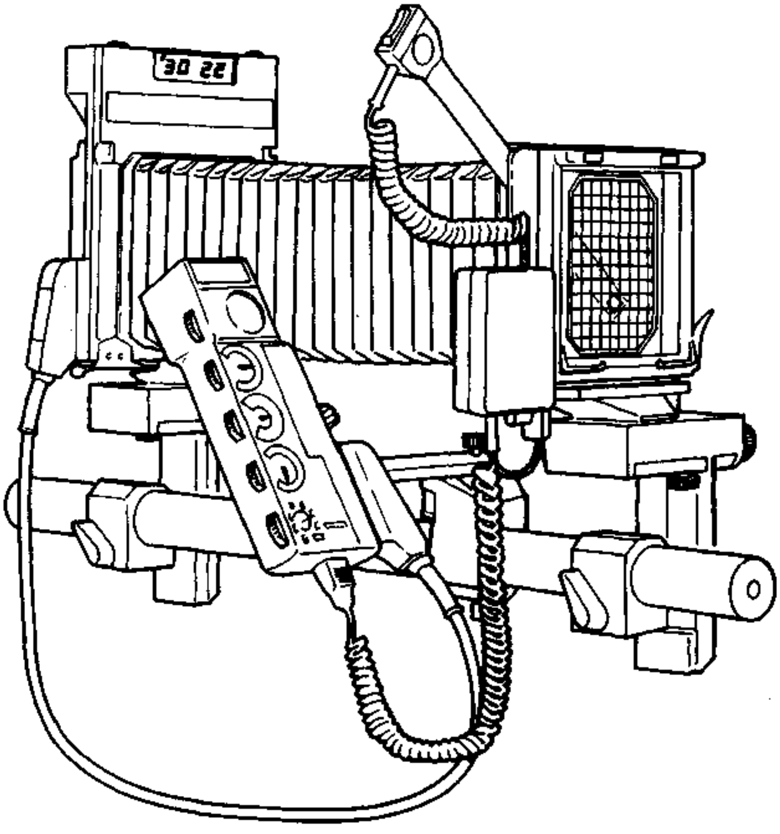


图 7.10　安装在单轨取景照相机上的附加点读数测光系统。设定胶片感光度，用控制盒上的操作记数盘选定所需光圈。然后使测光头与所选择的影像部位(面向镜头的传感器)成一条直线，再把暗盒插在其后防止光线通过调焦屏后背进入暗箱。按下测光头外部末端的按钮，读取曝光读数，设定位于相机前部末端叶片快门的快门速度。此图显示的曝光量是 1/30 秒，光圈为 f/22。

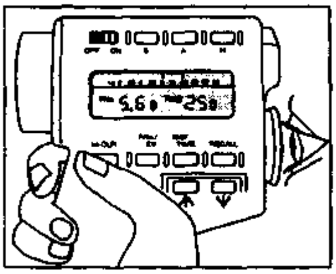


图7.11 点测光表。受光角狭小的反射式取景系统可使小型测试圈的目测对准被摄体的任意选定部位。按下启动键，旁边的显示器上和测光表内的目镜里就会出现光圈／快门设定值。

1. 如果是局部测光，可通过内置闪光灯补充照明，以便减少影调范围；

2. 增加曝光量和缩短显影时间以避免分片反差过高；

3. 为将所有余下的影调记录下来，你应决定放弃影调范围的一个末端(顶部或底部)。这样，最佳做法通常是用反转材料曝光以便使强光区免受损失，即便会因此失去阴影区细部。而用负／正材料曝光只是为了确保阴影区细部。

当你确定了想要记录的被摄体影调的顶部和底部之后，算出两个读数的平均值，然后据此设定曝光量。某些可提供点测光的小画幅照相机能自动为你算出这个平均读数。一旦采纳第二个测光读数，两个数据之间的中间数相机设定就会出现在取景屏上。有些相机具备名为“强光区”和“阴影区”模式的点测光。当你对重要的平淡细部加以修正并按下“强光区”模式后，不管点测光的读数是什么，你都要象征性地设定一个较普通读数大1.5档的曝光量，这样就能确保最终的照片中的该区域肯定比中间影调更平淡。“阴影区”模式具有相反的效果。使用其中任意一种方法，你就可以把照片中的要素“定位”在特殊影调范围。(虽然麻烦，但通过用曝光超越控制，你也能达到同样效果，见图7.12)。

至于“强光区”和“阴影区”模式控制所能提供的曝光过度和不足的程度实际上需取决于曝光宽容度和你所用的感光材料的类型。这个信息或许会被印刷在胶卷盒上的棋盘图案程序化。如果没以这种方式显示机关信息，那么你应明确，大多数35毫米相机的测光系统假定你使用的是负片的感光材料，意即，电路是基于设定过度曝光以保证阴影区细节而联接调整起来的。当你用反转胶卷拍摄时，这种设定就会大量丢掉强光细节，造成或许半挡的曝光过度。你也许会发现，每当你拍幻灯片时，这有助于用相机的手动控制曝光来调节。

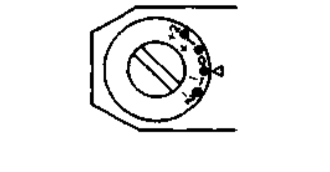


图7.12 手动控制曝光。上图：机械刻度盘，图中所示的刻度是为使测光表曝光不足的减半挡设置。下图：电子重新设定键和相机顶部的显示屏的含义是：第10张照片的曝光减半挡。

如果你所使用的器材允许你当场读出试验性闪光，你就可以用同样的亮度范围技术测定均匀曝光。通常闪光仍然由能够给出普通读数的内置闪光灯的传感器测定和控制，而当你使用的是专用闪光灯时，则由相机内部的中心重点通过镜头测光表控制闪光。分体式(外接式)闪光测量表则只能测定入射光，但你可以用它检查光比。先从朝向主光源的被摄体身上读取数据，然后再转向照射阴影区的任何光线。

记住，当你使用外接闪光测光表时要考虑任何滤光镜或镜头与胶卷间的额外延伸装置的因素，因为它们需要增加曝光量。你在使用近距离调焦的微距镜头，近摄接圈或用于拍特写镜头的皮腔时，很容易忽略曝光量的增加。用小画幅或中画幅相机拍摄时，仍会习

惯于依靠内置式测光表，当测定连续光线时，它会将所有这类影响考虑在内。然而，所得到的照片或许曝光不足，除非这种测光表也测定摄影工作室的闪光。下面是检查你所需要的正确曝光量的几种实用方法：

1. 将一块白色或灰色标板放在你要聚焦的被摄体处。
2. 针对标板，从相机里选取曝光数据，照明用光为造型光。
3. 用手持测光表从标板上读取反射光读数，照明用光同上。

方法 2 和 3 的光圈值的区别在于，当使用外接测光表测量闪光时需要增加曝光。

区域曝光系统

著名美国风光摄影师安塞尔·亚当斯发明了他命名的“区域曝光系统”，从而把影调理论纳入日常拍摄实践，该系统的效用表现在以下两方面：

1. 它可以指导你在你自己的拍摄条件下，不受卤化银胶片，相纸和化学药剂的制约，找出一条取得最佳作品质量的个人途径。

2. 基于该理论，你可对印制的照片在适当影调范围左右进行精确的、令人满意的调整，并且还可根据被摄体和艺术处理的需要增加或减少照片所占据的影调范围。

事实上，运用区域曝光系统的老手应该能够检查任何被摄体，而且“预先想象”出最终制作出的照片上影调等范围的记录情况，然后再控制整个技术工艺从而改善这些所选择的质量。

亚当斯的初衷是将区域曝光系统应用在用大画幅页片相机拍摄黑白摄影之中。一些固有的特征包括：个人处理负片的能力，单色胶卷及相纸的性能取向。然而，区域曝光系统也可用于卷片或 35 毫米胶卷。要想掌握该系统的功效你暂且想象自己正在独自使用已曝光的散页片，而且采用手持曝光表测定曝光量。

区域曝光系统中的区域

区域曝光系统的宗旨是将每个被摄体视为一系列明亮度范围——从最暗的阴影区到最亮的强光区，将这些区连在一起就形成了一个影调级谱。如图 7.13 所示，区域曝光系统中有 8 个区（Ⅰ-Ⅷ），外加全黑区(0)和全白区(Ⅸ)。Ⅴ区为中灰度区，在挑选被摄体明亮度时你通常会选择这个介乎最暗和最亮之间的中间影调，它相当于反射率为 18% 灰卡。对于景物的其它部分而言，如果其明亮度仅为Ⅴ区的一半，那么它就会降至Ⅳ区；如果亮度是Ⅴ区的两部，则升至Ⅵ区，依此类推，曝光量每变化 1 挡，被摄体的明亮度

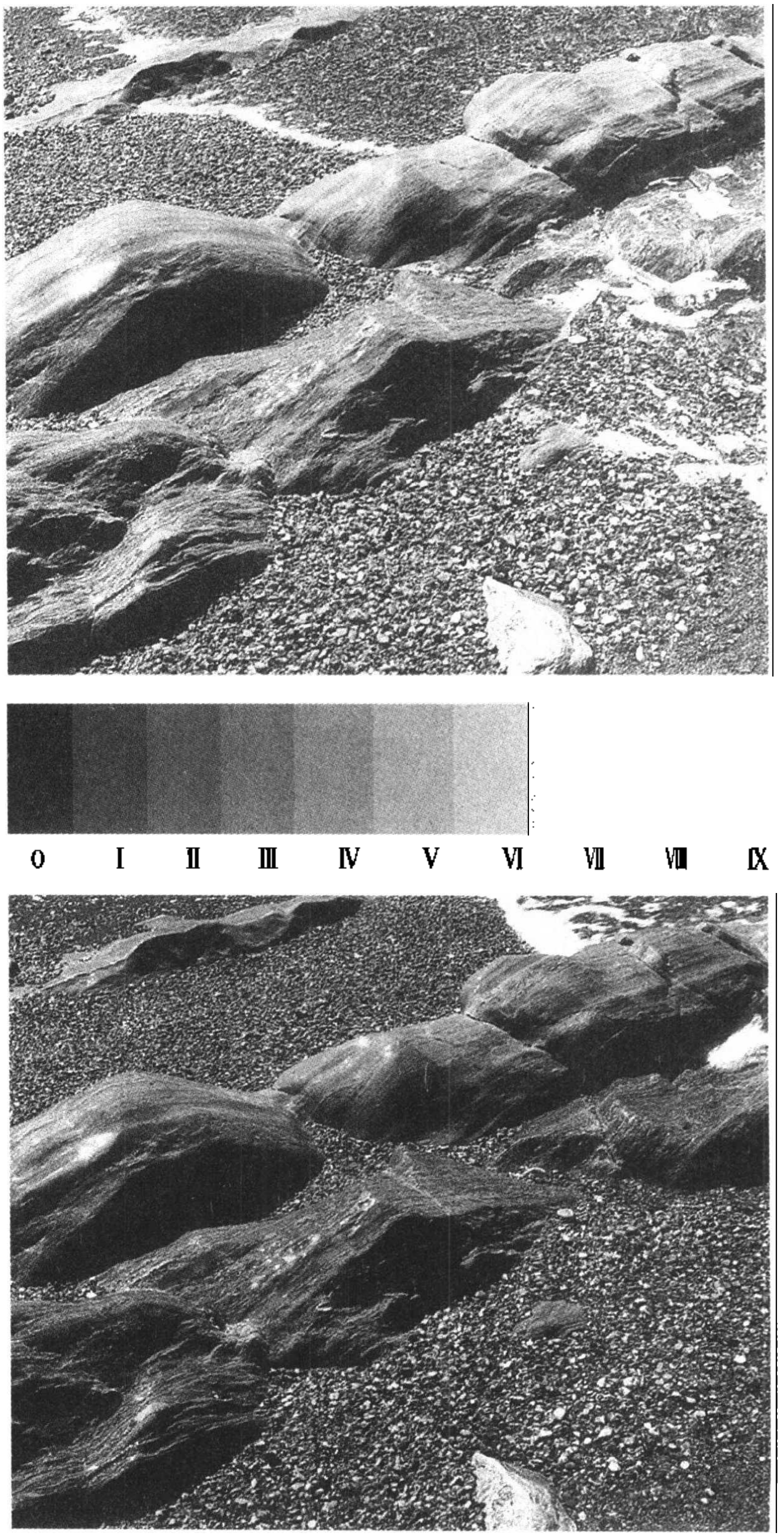


图 7.13 区域曝光系统。我们可以把黑白摄影作品的一个完整的影调范围重新安排为介乎最黑和最白(与此处的印刷油墨接近)之间的 8 区影调级谱。曝光量每变化 1 挡表明你的被摄体的所有影调将向上或向下浮动 1 个曝光区。上图：这幅照片的曝光量是用反射光测光表从水平线岩石顶部测得的。该片曝光过度 1 挡，所以岩石经复制后成为Ⅵ区而非Ⅴ区(所有测光表通常会给出该区读数)。下图：测光方式同上，但曝光量欠 1 挡，结果使照片中的岩石影调位于Ⅳ区，从而使整个影调变深。

就会向上或向下浮动一个区。

10 个不同区的跨度所涵盖的被摄体明亮度比超过了 1:500，几乎很少遭遇被刺目光源逆光照射的场面。区域曝光系统的 8 个区(1:128)——曝光量相差 8 挡——被视为比较典型的区域。这仅仅低于最大被摄体范围，因此经普通方式处理的胶卷和相纸要进行完全影调范围下的复制，并且要使用散光式放大机。见图 7.5。你必须能完全控制制作技术，以便确保一种选定的明亮度确实可按照最终照片中的一个选定的区域等级复制。然后其它明亮度也将沿着影调范围降至预定部位。由此可见，你在拍摄阶段就可以确定自己究竟想使风景的哪个部分出现特殊区域，然后再重新预见整个照片的终极效果。

然而要达到这个目的，你在一开始就得使照片处理技术的主要方面规范化——有效的胶卷速度，显影，印制——既然它们适用于你自己的器材或工作条件。这种准备工作会花费一些时间，但是一劳永逸。

人为调整的胶片速度

胶片生产商推荐的胶卷 ISO 感光度和显影时间是基于以下的假设提出的：被摄体和照明“一般”，曝光量测试为典型的方式，负片则属于用普通放大机即能印制出好照片的品种。因此，你首先就要对你所使用的每个胶卷的有效感光度进行评估，即找出在负片上记录相当于Ⅱ区(明显深于胶片的最淡影调)的深阴影区细节的曝光量，方法如下：

1. 寻找或者在影棚里搭建一个高反差背景，反差跨度为 8 个区域。用相机或手持测光表进行查看，最亮部分的曝光量应当比最暗的阴影区低 7 挡。

2. 用依照印在胶卷包装盒上的 ISO 感光度设定妥当的照相机或测光表，针对你依然想记录其细节的最暗的投影区进行曝光量测定。从可以对单独被摄体曝光量测试的测光表中读出需要复制主体相当于Ⅴ区的这部分所需要的曝光量。然而，你所希望的是，最暗阴影区的细节在最终得到的照片上接近Ⅱ区。为此在曝光之前要将曝光量降 3 挡。

3. 分别按以胶卷固有感光度的 2 倍、1.5 倍和 1/4 为前提确定的曝光量拍摄 4 张。然后用普通冲洗方法(显影剂品种不限)将所拍摄的照片全部印制出来。

4. 照片经过干燥处理之后，你要用灯箱仔细评判你测量过的阴影区的明显细节在负片上形成的影像。被用于这个曝光量的感光度设定对于你所使用的胶卷以及你自身的工作条件来说，是有效的

感光设定。

人为调整的显影时间

下面请你重温一下你在显影时花费的时间。阴影区影调大多取决于曝光量，但对强光影调影响力最大的是显影时间。如果你的目的仍然是复制高于负片最淡影调的阴影区，那么你可以确定把你的实验被摄体的强光部分记录成低于胶卷最暗影调。原因在于最大限度地利用胶卷影调范围。

1. 针对你的试验被摄体测出由7种完全相同的曝光量组成的系列，就如同把胶卷感光度定在有效胶卷速度那样。

2. 给出对应每个曝光量的不同显影时间——你可以设一个正常时间，其它则在此基础上缩短10%，15%和25%，以及延长15%，25%和40%。显影温度和搅拌技术要保证极其精确无误。

3. 仔细筛选出试验负片，底片的特征是记录最亮的被摄体细部，并且细部的密度很小，不能在你的放大机下用它印制出令人满意的细节和反差的照片。如有必要可印制几张试验照片以便查看质量。对于具有8个区域的被摄体影像来说，在你的工作条件下能显影出最佳负片的显影时间是正确的。(如果这个显影时间同你确定胶卷感光度时所用的显影时间出入很大。那么，你或许必须重新调整感光度。有必要的话要重新测试胶卷速度。)

至此，你可以运用控制良好的技术着手拍摄了。如需增加或缩小影调范围就调整显影。在拍摄任何被摄体时，通常在动手拍摄之初要分别读取获得最浅和最暗的重要细节所需的曝光量。然后通过比较(光圈数值)寻找你所拍照片的区域范围。如果区域范围宽(超过8个区)，那么你可以有如下3种选择：

1. 舍弃阴影区或强光区以便改善与之相对应的另一端的影调再现。例如：减少1挡曝光使所有影调下调1个区域。这样阴影区细节就会受损，它会脱离影调范围移向0区，或者在照片上超出0区，但同时也会得到强光细节，使其影调范围移至Ⅷ区。曝光过1挡使影调反向调整1个区域；强光区脱离影调范围而投影区得以改善，其照片的影调范围为Ⅱ区。要做出这种决定，你必须观察场面，预测最终印制出的照片的结果，或者是同白纸区别不大的最浅细节，或者是如毫无特色的纯黑般的暗淡的阴影细部。

2. 如果你不想放弃影调范围的任何一端，那儿在胶卷上做一个已降低(被抑制的)显影的标记。你已经从实验中得知了获取8个影调区域所需的显影时间。返回试验，看一看要把影调范围降低1个区，在此显影时间内，时间减少多少。当然也不要过度控制显影。另外，显影时间应避免高出胶卷生产商的规定显影时间的

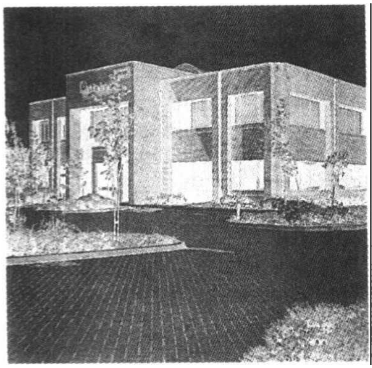
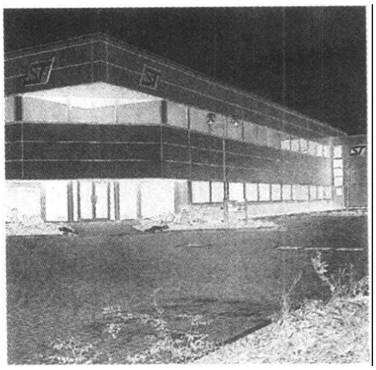
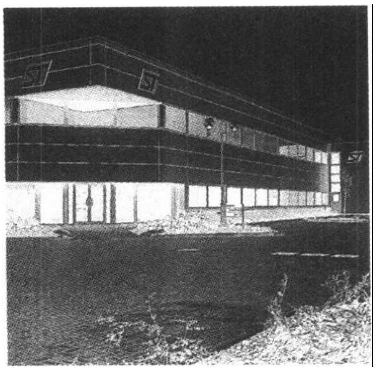


图 7.14　为补偿被摄体的反差重新修改光圈和显影。上图和下图的中心位置：分别为普通的显影反差和平淡的被摄体照明。左上图：由于曝光稍有过度和显影不充分，所以负片的反差较小。右下图：曝光量不大，而显影增加使负片反差加大。这几张复制品只能提供大致的摄影胶片冲洗结果。

40—50%，否则，你得到的负片就太平淡，任何纸号的相纸都无能为力。再有，因为显影减少的程度既影响阴影区影调，又影响强光区影调，所以你在一开始就得重新调整有效胶卷感光度（调低至可供遮挡处理的程度）

3. 通过增加辅助光调节被摄体照明范围，或者在现有照明条件下等待光线的变化。甚至调整视点，从而使照片所涵盖的影调范围变小。如第 2 条里的做法那样，通过比较被摄体细节的最暗处和最亮处的曝光读数检查效果，从而找出新影调范围。

你的问题或许正好相反，即，被过度淡化的被摄体影调跨度可能少于 6 个区。解决的办法是反向运用(2)或(3)中建议的技术。另外，如果你转而采用反差稍大一些的胶片，如感光度较低的胶片，那么也同样有助于解决这种问题。

注意照片的印放条件

在得到一张具备确切的影调范围和所有细节的真正的好负片后，你的照片几乎就可以“原样印制”出来，这话是正确的。不管怎样，在暗房里不难找出试验的和错误的方法，而这在拍摄中是不可能的。但是，你同样也可以选择采纳与此接近的类似的区域曝光

系统，藉此建立起与你使用的相纸和放大设备配套的人为调整的曝光量和显影时间。

首先，用放大机底片夹中的一张清晰的胶片测试一下曝光量。把镜头光圈调至你最常用的数值(典型做法是，调低2—3挡)。你可以用半张普通反差等级的相纸曝光，或者2号可变反差相纸加滤光镜曝光，相纸试条需6—8个，以便选择在不同曝光量下印制，曝光时间应选取与你所估计的时间接近的时间变量，这样就可印制出完全黑的效果。用普通显影剂在参照时间内显影，查看照片找出那张额外增加曝光量也无法增加其黑度的试条。这就是从负片的透明部分(被摄体的0区)印制出的相纸的最大黑度。(所有其他影调会由此产生，直到产生同出自负片中被摄体Ⅸ区的相纸片基不能分辨的影调为止。)

接下来是测定最佳照片显影时间。用透明胶片曝光，曝光时间采用刚刚确定的时间，相纸选用整张。但是，在相纸显影之前要把它均分为8份裁开，每张背面标明数字。然后选取与参考时间相近的几个不同的时间，分别对8块相纸进行显影。例如，若纤维片基相纸的常规显影时间为2分钟，你就可以把显影时间定在1至3分钟之间，间隔为15秒。这样，通过察看经过显影的照片试条，就能确定出用多长时间显影即可得到相纸的最完全黑色。接着，你便可以得出符合区域曝光系统的标准照片印制的显影时间。

区域曝光系统的运用

至此，你已经实现了从胶片感光度到照片显影等技术的标准化，从而形成了从卤化银感光材料复制完全影调的系列方式。(不妨将相纸的反差等级和局部增光或遮挡，作为用于校正或提高表现力的附加调整。要想成功地运用区域曝光系统，就要格外仔细地控制这种核心技术。这样你应有能力判断和测试某个被摄体，决定和预见最终获得的照片，并且有理由确信自己可以使照片完善。

例如，你或许正在平淡的散射光下拍一幅肖像。获得细腻的皮肤色调细部极为重要。如果被摄主体是高加索人，你或许会决定获取Ⅵ区影调，这样就得从测光表上读取单一的脸部曝光量并且增加1挡曝光。深肤色面部最好按Ⅴ区复制，照片的完善可借助直接测光表设定指定的曝光量来实现。

你的被摄主体可能是一个被强光照射的建筑物，它大部分处于投影区中。经过判断，你认为投影区最重要，但同时又考虑，若使阴影区比Ⅳ淡似乎不妥。因此你不妨只读取阴影区的测光值并把光圈降1挡。如果建筑物外形引人注目，你就可以采用另一个拍摄方

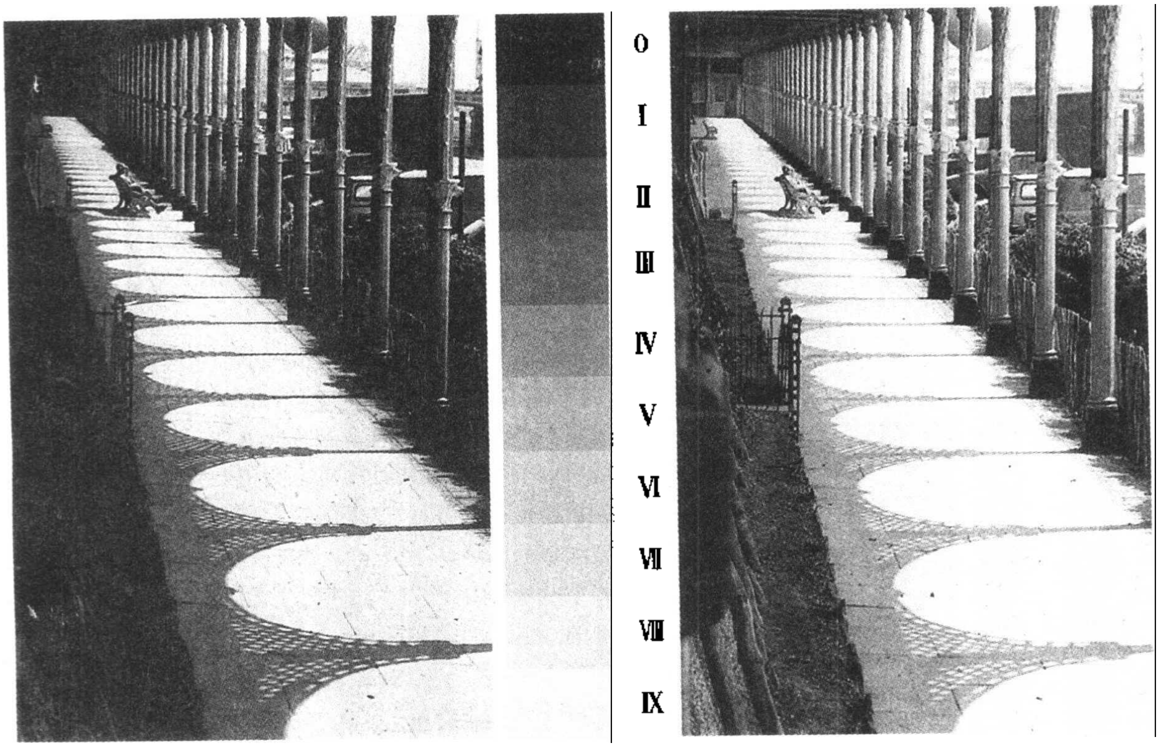


图 7.15　像这幅具有极黑和极白影调范围的被摄体，你可以确定在哪一端你允许牺牲细节。对于左边的照片，受阳光照射的路面是按Ⅷ区曝光的，虽然有阴影的地面在Ⅱ区和Ⅰ区受到损失。在右图上，曝光量增加后，阴影区细节保持在Ⅳ区，但此时的路面在Ⅸ区以外再现。

法，即把它拍成剪影。也就是把从测光表上读取的数据降低 4 挡造成曝光不足，从而把有阴影的墙壁重新分配，比如分配到Ⅰ区。

假设此时你围着这座建筑物绕行至一个拍摄视点，从此处可以看到一束刺目的重要混合光和投影区。你想拍摄明暗两面的细部，但先要读取受光面的曝光量。不妨考虑把它的影调拍成Ⅷ区。现在，再来测量投影墙壁的曝光量。或许数值较受光区多 6 挡，两者相差 6 个区。你能否接受像Ⅱ区一般黑的细部？（你或许需要用从负片印制的照片复制印刷品，这样，照片较黑区域的质量，好的影调分离通常很重要。）

因此，或许将整个画面影调提高 1 个区不失为权宜之计。亦即使受光墙壁的影调为Ⅸ区，而阴影区影调为Ⅱ区。具体做法是读取光照部分的曝光量，把光圈降低 3 挡，或者读取阴影区曝光量，把光圈加大 2 挡。此外，你还有另一种选择，即通过把显影程度减弱到可以降低 6 至 5 个区的影调范围的方法，避免高反差负片。（如果你决定这样做，不妨考虑在最终采纳曝光读数之前，把测光表上的胶卷感光度 ISO 值减半，或者增加或减少两种设定。）

最后，检查建筑物后面的蓝色天空。如果建筑物的影调与天空非常接近，那么在单色照片中它们就会混为一体，被摄体的轮廓线

也就消逝殆尽，这种情况是否存在呢?你不妨用肉眼加以判断，或者把从蓝色天空和建筑物阳面测得的曝光量数据加以比较。如果你预测两者的影调过于相近(例如：天空的黑度比建筑物少1挡，即低1个区域)，那么你可以用滤光镜把它们区分开。你不妨尝试在相机上安装一个偏振镜或一个黄色或绿色滤光镜。如果此时你不是在透过镜头测光，请不要忘记滤光镜因素。

区域测光

当你运用区域测光系统时，你完全可对来自任何被摄体的所选部分的精确曝光读数进行正确评估。一般读数对你的帮助并不很大。点测光系统是最理想的，但是如果没有此系统，不妨借助相机或手持测光表，或者找看得见的类似物品来测取数据。

如果你使用的手持测光表上配有适合的大型计算表盘，你可以制作一个简单的“区域标度”贴在上面。你或许可从溴化银相纸测试标准中截取一些小的影调扇形片，这些小片可直观地给出不同被摄体明亮度将再现的读数。(见图7.16)。

区域曝光系统的局限性

虽然区域曝光系统可以使你完好地从技术上掌握影调控制，但也必须认识到它的局限性。该系统最适于黑白风光摄影和大画幅静物摄影，因为拍摄时间允许对画面中的不同部分进行仔细测量。

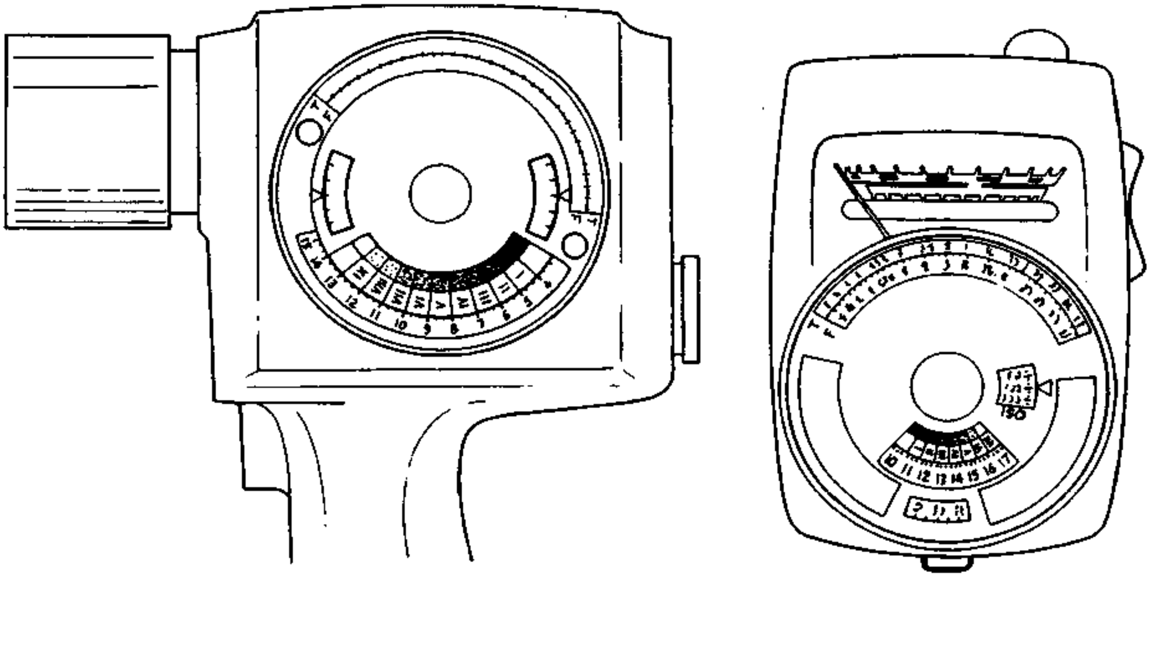


图7.16 某些手持测光表有内置区域曝光系统调节。其它表盘型(右图)测光表则可通过代表Ⅰ—Ⅸ区贴有溴化银相纸灰色标度的小片进行调整。Ⅴ区应该贴上正常标度调节箭头。较浅淡的影调相当于较强光的读数，较深的影调则相当于光线较弱的读数。至此，测定出被摄体任意所选定的部位后，你就可以使曝光读数与你所需要的最终照片的影调相一致。(假定是正常显影)。

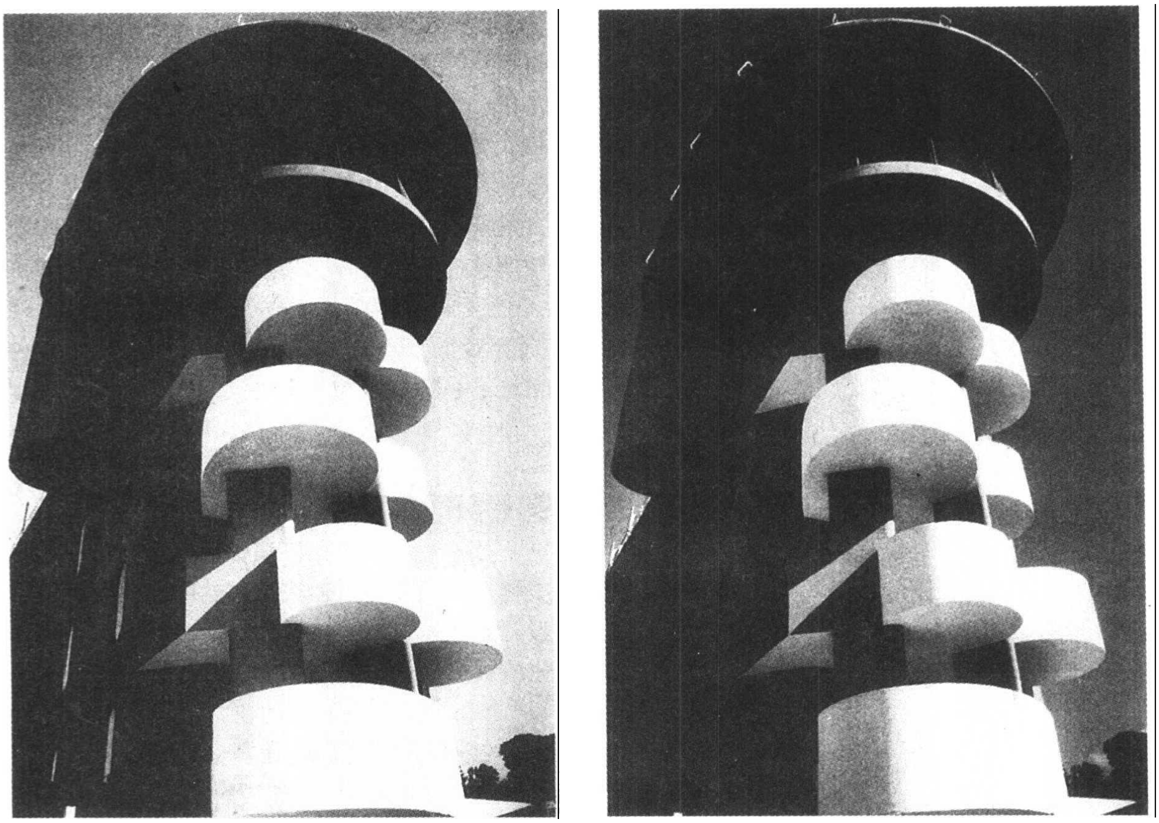


图 7.17　如果你在拍摄彩色被摄体时安装滤光镜，那么各个曝光区域就会竞相升级。左图是未加滤光镜的情况，右图是安装深红色滤光镜后拍摄的。请注意，左图中阳台的底部影调比蓝天深，而右图中阳台底部的影调比蓝天浅。你应经常透过滤光镜预测曝光区。

在许多其它的拍摄情形下，由于拍摄活动稍纵即逝，所以来不及对被摄体的多个部位进行测光。再有，当你使用卷片式照相机或装有至少 36 张不同画面的 35 毫米胶卷时，你难以实现个别显影。一个解决办法是选择适于胶卷中的最重要的画面进行显影，然后根据其它底片通过相纸纸号调整照片的影调范围，另一个办法是对整个胶卷的每一张照片都进行包围法曝光。如果你的相机具有可互换暗盒，或者你拥有几个照相机机身，那么，你不妨对拍摄进行统筹考虑，这样，所有需要进行同等程度显影的照片就会集中于同一个胶卷。

35 毫米片幅胶片也更易受到曝光系统控制的组成部分——显影过度或显影不足的副作用的损伤。例如，显影过度会增加颗粒，虽然这种现象可能只有在从 4×5 英寸的底片放大照片时才会显露出来，但是从 35 毫米底片放制相同规格的照片立刻会变得令人难以满意。切记，当你调换胶卷类型、显影液，或者使用不同光源的放大机时，你必须进行新的测试。

对彩色胶片而言，调整冲洗以便增加或减少影调就不如调整黑白胶片冲洗随意，因为会造成色彩失真。区域曝光系统方法对测光

和曝光尤其受到限制，（不可否认，用一次成像材料进行试验性拍摄，可给你同样有效且较迅速的影调指南。）

然而，即使你不常采纳区域曝光系统，掌握它也会有助于你在拍摄前事先预见最终将获得的单色照片。每当你对场景的不同部位测光时都要牢记区域曝光系统这个概念。它会使你停下来思考你所测的每个部位的最适宜的影调是什么，并且考虑哪些部分需要保留已曝光的感光材料以便调整显影。另外，你还要记住，细节完整、影调丰富的照片通常不是上乘之作。你必须懂得何时应打破常规——如果它可能与普通照片的风格和气氛相背，你不妨摆脱这种“外观”。区域曝光系统是一种技术控制手段，但它不是用来控制和限制你的。

胶片冲洗后的影调变化

你可以运用化学或物理手段改变已冲洗的胶卷的影调等级，从而取得较令人满意的最终影像质量。大多数化学处理方法用于紧急情况，比如已出现差错或被摄体自身的条件超出胶片的拍摄范围。而诸如复制或罩影(把胶卷和一张反差不大的正片或负片叠在一起后进行复制)这类物理方式则属比较轻微的处理。它们不会改变你的胶片的原始影像，可以确保原有影像不受损害。用于降低或加厚影像影调的化学药品通常会造成永久性变化，为此在选择和使用这些化学药剂时应加以适当注意。影像污染某些其它化学药剂或手工操作意外通常会带来影像损毁的危险，因此首先制作一幅可能最好的照片作为备用品不失为一种理智的预防措施。在对胶片进行物理或化学处理之前，通常要起用经过适当定影和水洗的胶卷，并且为安全起见，要先试制一幅单独影像。如有可能，预先在坚膜液中进行坚膜处理。在减薄或加厚胶片过程中，应不停地轻轻搅动浸在溶液中的胶片，并且在烘干之前要彻底水洗。

当配制和使用化学药剂时，留意有益而安全的建议很重要。请再次重温一次“附录B”上的要点。

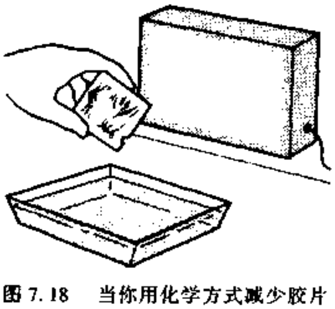


图7.18 当你用化学方式减少胶片影调时，要在灯箱或窗户附近检查处理效果(但应避免直射的光线)。当影调变化足够大时，你应随手准备一盘水以便冲洗或中止处理。

高密度黑白卤化银负片的校正

密度过大的负片或许是曝光过度，也可能是显影过度或者产生轻微灰雾。也许被摄物涵盖的影调范围过大，而曝光大多以中间影调和阴影区为基础。密度大、反差平淡的负片可以拷贝(以1:1的比例复制最简便易行)在彩色幻灯片上。这样得到的负片反差将更高，如果与此同时又能仔细选择曝光量，那么重要的被摄体明亮度或许再现像经适当分离的影调。

另一个做法是在一种减色型减薄液中用化学方法改变反差平淡的原有负片。这样几乎可能去掉黑影调，中间影调和浅影调中等量的银粒，从而使负片达到较好的反差效果，如密度较小的负片反差一样好。法默单溶液铁氰化物减薄液 R—4a 是好选择。(参见“附录 B”)在处理负片时，你应将之置于灯箱附近盛有溶液的白盘中，这样你就能近距离观察减薄效果。但要适可而止，不要处理得太过份。记住被大幅度减薄的负片，其颗粒会变得较粗糙。

密度大且反差也高的负片——或许是显影过度所致——最好用像柯达 R80 这类比例减薄液进行减薄处理。如果被摄体高光部位的密度很大(例如一幅显影过度的高反差场景)，你就不妨换用超比例减薄液，R—15 过硫酸盐超比例减薄液的功效是，它从负片高密度区消减的银粒数量比从浅淡区域消减的银粒多。若谨慎使用这种减薄液，它就能减小密度和被摄体强光部分所放制的照片影调分离，同时又不至给阴影区影调造成很大影响。(配方和方法见“附录 B”)如果你处理的是一张 4×5 英寸或更大的负片，那么借助海绵或刷子，选用上面提到的减薄液之一或许就能只对影像所选择的区域进行减薄处理。另一种方法是用色罩降低反差。

高密度彩色幻灯片和透明正片的校正

除波拉克罗姆之外，彩色胶卷(和有最终的染料影像的黑白负片)不含银粒。因此，你不能用那些用于减薄普通黑白负片的化学药剂处理彩色胶片。

然而，如果你把高密度透明正片拷贝到反转复制胶片上(见第 10 章“彩色试验室的其它步骤”一节)，并选择能复制出浅淡照片的曝光量，那么有时也可能获得惊人的改进。有一个原则是，原胶片每欠半挡，复制时过度曝光量为 1 挡。当阴影区影调出现不够自然，缺乏特色的灰色时，则表明你又一次达到了校正照片的极限。你所必须承受的影像复制损失是：——光和影调质量下降，当你复制最终为观看的任何影像时，这种损失就会产生。

另一种同样无破坏性的方法是采取数字成像方法。例如：把胶片影像扫描下来，在打印出或再在胶卷上复制之前，用电脑软件进行修版。

平淡黑白负片的校正

此处所论及的致使黑白负片平淡的成因是曝光不足或显影不充分，或者反差很大的被摄体大多以中间影调和强光部分为基准进行曝光。因曝光严重不足而失去阴影区影调和细部影像的负片很难弥补。你无法弥补先前根本未拍摄的信息。

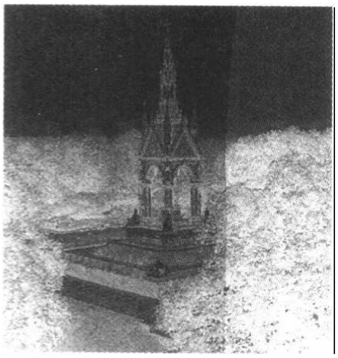


图 7.19 在铬盐加厚液中对平淡、显影不足的负片进行加厚处理(见图中左边 2/3 的部分)。最深的影调得到最大程度的加强，反差增大。

各种化学加厚液的功能是增加银影像负片中现有的影调范围。它们也都能提高负片的颗粒度。在处理平淡、曝光不足或显影不够的负片时最好用像铬盐加厚液 IN-4 这种溶液。加厚液可漂白胶片，然后你可以水洗漂白后的胶片，并且用任何像照片显影剂这类速效显影液再次加深负片(见“附录 B”)。

反差高且薄的底片需要在其平淡至极的影调中最大程度地增加密度。为此你需要一种像柯达加厚液 IN-6(见配方)这种次比例配方。但是，你通常甚至可以取得更好的效果，方法是尝试使用仅用于被摄体阴影区的降低反差或选择性增加反差的色罩。

你或许能够将过薄的负片压在白色相纸上，置于玻璃板下，然后用反转片翻拍。另一种严格的应急处理手段是把胶片放在黑色天鹅绒前方，两者距离很近(见图 7.20)。当你用从后方斜射过来的强光、甚至极微弱的有银粒涂层的散射光斜射负片，并且在透明部分出现乳状时，你透过负片向黑色天鹅绒看，这样画面会出现正像，这时你就可以在反转片或负片上进行翻拍了。令人遗憾的是，当你采取这种方式照射时，任何接近正常影调的部分(如因曝光不足而呈浅灰色的强光部分)或许会出现缺乏细部的灰色，甚至出现负像。

平淡的彩色负片

用曝光不足或显影不够的彩色负片不可能印制出令人满意的彩色照片。遗漏的阴影区影调将被摄体较深部位复制的结果是缺乏细部，并且通常带有很强色泽。反差小的影像与负片和照片材料的最佳关系“不匹配”。例如，在印制照片时，你无法做到被摄体影调比例的阴影区和强光部分的影调反差或色彩平衡完全一致。与其使用用于印制彩色照片的普通散射灯头式放大机，不如采用集光式放大机。你或许可以通过全部放弃色彩，把它印制在硬调黑白溴化银相纸上的办法获得最佳照片。

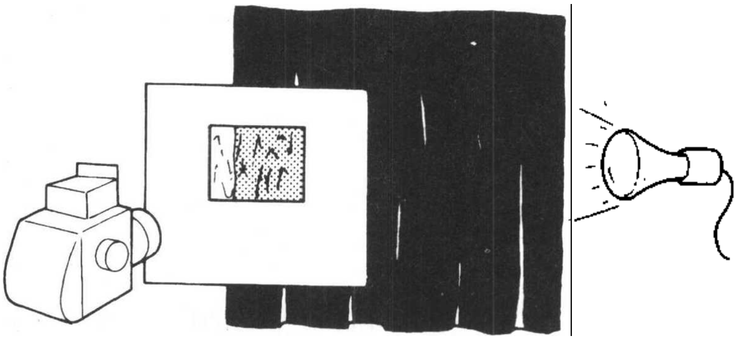


图 7.20 为拷贝一张影调非常浅淡的黑白负片而设置的应急制作装置。

平淡的幻灯片和透明正片

要对曝光过度，显影过度或灰雾反转片进行校正，几乎没有什么办法，因为被摄体的最亮细节被“损失”了。当印制的照片也同样平淡时，你有时可以用一张可增加反差的色罩加以改进。即使你仅仅给透明正片增加一个反差不大的黑白正片，以便使已有的影调加强，这样印制出的照片看上去会令人满意得多。否则，如果那是一次重要的拍摄，并且没有重拍机会，那么你必须委托他人尽最大可能印制出反转照片，然后为修版支付费用。

用摄影蒙片控制影调

蒙片是一种技术手段，即将一幅用你的有缺陷的负片或透明正片印制的反差较弱的单色影像加在这张带有缺陷的负片或透明正片上。两个叠合在一起的影像可改变由此制作出来的影像的影调范围。例如：一张带有低反差正片蒙片的负片将给被摄体的阴影区(而非强光区)增添大部分影调。因此其反差就会降低。但是，如果蒙片是一张低反差负片，那么它就会起到相反的效果——把两张负片叠加在一起合为被摄体的强光部分最大限度地添加影调，从而使反差增大。

先按以下叙述制作负片或正片蒙片，然后将之放在原胶片影像上，再置于两片玻璃之间夹好。操作时要仔细以确保两者叠合精

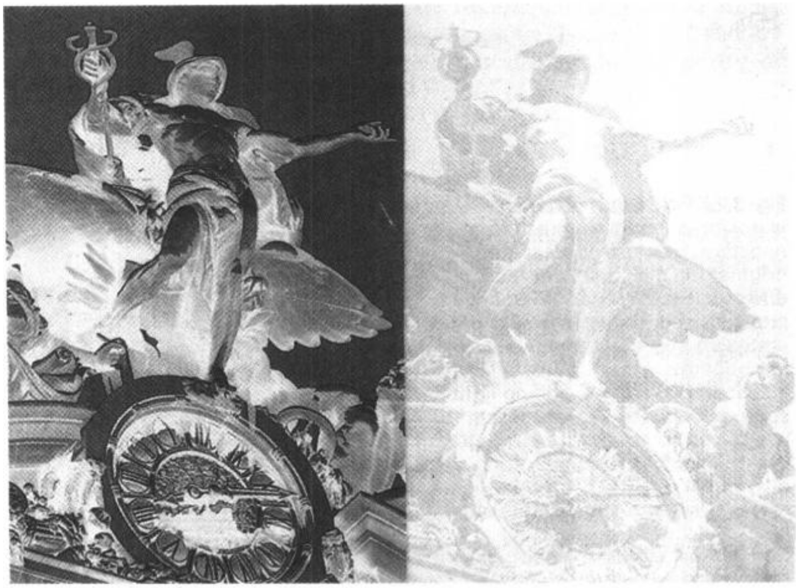


图 7.21　左图：反差极高的负片。右图：一张降低反差的蒙片，它是从曝光在普通反差的散页片上的负片，以接触印相法制做的。此处使用了盲色感光胶卷，但是如果你想避免安全灯灰雾，也可以使用全色胶片。负片和蒙片叠合在一起可印制出反差较低的照片。同时参阅图 7.22。

确。避免灰尘或指纹，并将玻璃边缘密封好。然后把这个叠印装置放在放大机的底片夹上以备印制照片之用，或者放在一个 1:1 的复制灯箱上(参见图 10.35)。

大多数用于调整反差的蒙片都是苍白无力的、幻影般的影像，其密度远比它们所蒙片的影像小得多。任何较有力度的蒙片一开始都会提供部分正片，部分负片的“特殊效果”。制作蒙片用的负片通常是感光速度慢、反差小、影调连续的散页片。要想改善原有黑白照片的影调，你可以选用任何适合的非彩色感光材料，以便在暗房中，借助合适的溴化银相纸安全灯从事操作。若想改善彩色照片的影调，你可采用诸如柯达全色蒙片胶片这类全色胶片制作蒙片。(用于改善彩色原片的蒙片最好用单色胶片制作，因为它在改变影调的同时不会造成色彩偏差。)

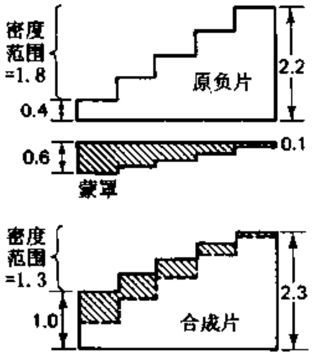


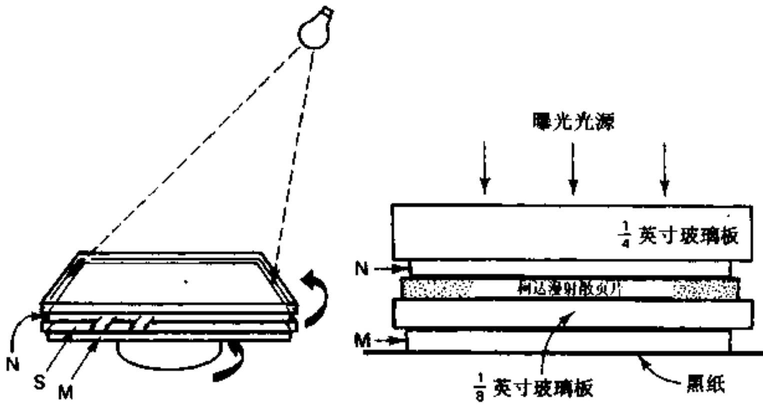
图 7.22 为降低反差的蒙罩法。一幅密度范围是 1.8(1:63) 的高反差负片经过蒙罩处理，其密度范围可降为 1.3(1:20)，方法是用一幅浅淡的、密度范围是 0.5 的正片覆盖在原片上。蒙片使被摄体阴影区密度增加 0.6，而被摄体强光部分的密度仅增加 0.1。

反差过度的负片校正

你的彩色或黑白负片或许由于被摄体的照明范围过强，显影过度，或者最糟糕的是曝光不足和显影过度，由此造成反差过大。在这种情况下，即便用装有散射性最强的柔光镜头的放大机，制做出的照片也很粗糙。为此你必须准备一张正片蒙片，其影像范围涵盖了从被摄体强光部分的透明影像到最深阴影区的浅灰影像。见图 7.21。从普通正片影像断定，这幅负片需要减少曝光和显影。

着手蒙片的可操控性方法是运用密度计。你可以测定原负片的密度范围，并与适合于印相纸的密度相比较，然后制做出有特色的蒙片，以便充填缺陷(见图 7.22)。但是，借助反复试验的方法通常也能取得相同的成效，而且蒙片的操作比你所能想象的更简便易行。尝试变换几种曝光值，每次叠放负片和待曝光胶片的方式如图 7.23 所示。如有可能，你不妨用俯仰式放大机做光源。要放在装有稀释普通负片显影剂的盘子中冲洗，显影时间为普通显影时间的

图 7.23 用一张轮廓不太分明的蒙片印制一张负片的两种方法。左图：玻璃板下面的原负片(N)是乳剂层向下放在透明衬片上。再往下一层是乳剂层向上的未曝光的蒙片(M)。同样也可以使原负片乳剂层向上，不用衬片。用于曝光的光源倾斜射向这个叠合物，曝光时要转动这个叠合物。右图：直接在放大机光源下曝光，无需转动。此处取得漫射效果的方法是把玻璃和柯达蒙罩漫射散页片夹在原负片和未曝光的蒙片之间。



一半。

找出你所制做的最佳蒙片的唯一办法是尝试用它印制照片。把蒙片叠放在原负片的背面，再把它们夹在玻璃片之间后置于放大机底片夹上。预测出新的印片曝光时间，大约是印制源原负片所需时间的 1.5 倍。用于彩色负片的色彩过滤应保持不变。你不妨先试试最薄的蒙片。这样制做出的一经改善的照片，即使其阴影区带有极少量多余的密度，此结果仍会令你惊讶。

用于降低反差的蒙片的影像最好轮廓不太分明，即带有轻微的漫射效果。制做技术参见图 7.23。这样，即使每张蒙片载有一幅正片影像，精细的细部的任何区域、甚至影调也仅仅是均匀曝光。当蒙片和负片叠放在一起时，所有区域的反差都会降低，极为精细的细节除外。由于你对目视清晰度的评估大都依赖于影像细部的反差，因此用蒙片与负片的组合体印制出的照片事实上看上去比用原负片印制的照片更清晰。虚边的蒙片也易于叠加。

反差过大的(正片)校正

你的反转幻灯片或透明正片或许反差过大，原因与那些造成负片反差过大的因素相似。其结果是用它印制在反转相纸上的照片太粗糙。若降低反差，你需要用一张密度、反差不大的负片做蒙片，并在全色蒙片用胶片上曝光，具体操作同前面叙述的降低反差程序相同。但是，幻灯片和透明正片的强光区影调的反差通常略低于中间影调的反差。在图 4.15 中你已经看到落在特性曲线趾部的较浅淡影调的曲线走向。因此，降低反差的蒙片或许可改善大部分影调范围，但也会造成蒙罩过度和看上去不真实的强光区。

为了克服这种问题，你要先用透明正片制做一个“强光”失漏蒙片。就是说，在高反差胶片上进行曝光不足，然后在高反差显影液中冲洗，这样得到的负片上只有强光区细节，如同高密度黑色影像。接下来是把强光蒙片与原透明正片叠放在一起并以此印制最终的降低反差的蒙片(不清晰)。这张密度反差不大的负像终极罩影因此具备与强光区相当的清晰区域。见图 7.25。现在，将强光区蒙片弃之一旁，把原透明正片和降低反差的蒙片叠放在一起。如此得到的照片具有降低程度为一般的反差范围，而且强光区的纯度保持不变。

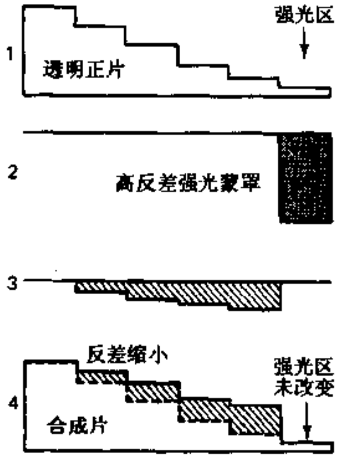


图 7.24 为校正透明正片或幻灯片而制作主要的降低反差蒙片的强光区蒙罩。1. 胶片上的原高反差影像。2. 用曝光不足的高反差底片制作的失漏蒙片。3. 用 1 和 2 的叠合物印制的浅淡的负片影像。失漏蒙片覆盖的强光区只不过是清晰的胶片。4. 当把 1 和 3 叠加起来时，影像反差通盘下降，而强光区除外。(此外与透明正片有关的蒙片密度被大大夸张。)

反差不足的校正

你的负片或正片偶然也会因反差太小而无法用具备全影调范围的相纸印制照片，甚至用集光式放大机也无济于事。其成因或许有以下几种：被摄体反差小，大气条件或照明平淡。这些会造成低影

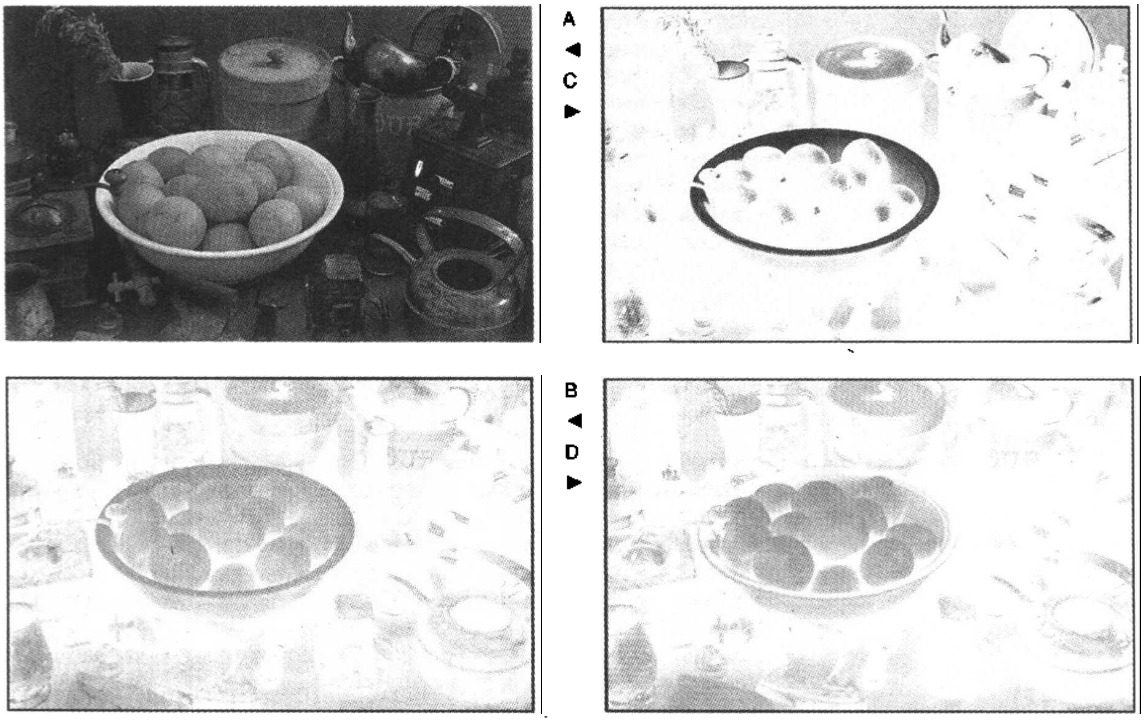


图7.25 A：有待进行蒙罩处理的原始透明正片。B："直接"用透明正片制作的降低反差蒙片。C：在高反差胶片上制作的失漏蒙片。D：用失漏蒙片和彩色透明正片叠加制做的蒙片。请留意B和D中碗边的不同之处。在此最强光区未被蒙罩。

像明亮度比。另一种可能是，胶片带有轻微的灰雾，或曝光过度外加显影不足。在这种情况下，你需要用蒙片增加反差，如果被校正的原片为负片，你就必须用负片蒙片；若原片为幻灯片或透明正片，就必须用正片蒙片，为此，你需要进行特别的操作步骤：

1. 制做一张中间影像蒙片，方法是用接触印相法把原片印在有正常反差的胶片上，且进行正常显影。印制出的照片与普通单色正片(或负片)相似，但密度略大。

2. 把1中制做出的照片放在另一张相同的胶片上。让中间影像蒙片片基朝向胶片未曝光的乳剂并压住。显影方式与1相似，最终目的是制作出的照片看似曝光不足，影调范围的一端清晰透明，另一端几乎没有中间灰度。

3. 把2制做出的照片与有缺陷的原始照片重叠在一起。你将立即看到改善效果。最后把两张叠合在一起的照片夹在玻璃板中，由此印放出最终的放大照片。

选择蒙片

到此为止，大多数用于影调控制的蒙片都用于整个画面部分。然而有时你需要有大得多的选择余地，以便蒙住(或省略蒙住)某个

所选定的部分。例如，画面的中心部位是高反差的负片或许含有1至2种密度，以及你不想对平淡的窗户部位加用降低反差的蒙片。或者，你也许只想强化人群中1个或2个人的反差，或突出彩色照片中的红色物体。要满足上述要求，你必须能够自由地决定什么部位的影调要改变，然后或采取卤化银/化学技术手段，或把有缺陷的影调扫描下来后，再用数字成像手法加用蒙片处理。（参见本章“运用数字成像手段调整影像质量”一节）。

失漏中间蒙片

按照强光区蒙罩操作的类似程序制作一张高反差中间蒙片。就在你制作高反差蒙片时，它会涂黑原胶片影调范围的一端或另一端。被遮盖的部分以透明胶片出现在最终的蒙片上，而原胶片没有变化。这种方法可以对各种尺寸的影像实施有选择的蒙罩。

另外，如果你的原始照片画幅大，而且你不想加罩影的部分外形轮廓又非常简练，那么你可以手工绘制一个失漏中间蒙片。用胶带布把经定影的透明胶片粘在原透明正片或原负片上，然后在胶片上涂盖不透光的液体以便将不打算蒙住的细部遮住。你完全可以自由地选定无需达到最大亮度的部位，或画面中的最暗处，或使整个画面的影调范围一致。如前面所述，当你曝光主要的反差控制蒙片时，应把“手工制做”的蒙片叠加在原片上，然后撤下它并且把主蒙片和原片叠在一起。

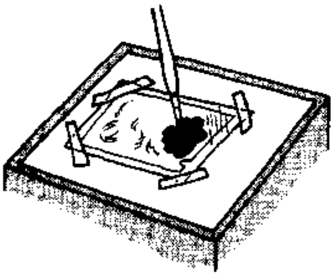


图7.26 用一张透明散页片制作一张“手工”失漏蒙片放在原片上。你可自由选取画面中保持不变的部位并将不透光液体涂在该处，当影像其它部位被蒙住时，此被涂抹的区域没有变化。

手工漂白蒙片

你可以直接用原始的、有影调缺陷的影像制作一张整幅画面反差蒙片，然后将不需蒙罩的部位漂白。具体做法是，用刷子沾取银漂白溶液(如碘)涂在你已选定的画面的某一部位。需要重申的是，这种方法只对大画幅影像和轮廓相当简练的影像实用。

选择彩色蒙片

当你对彩色胶片影像进行蒙罩处理时，你有可能只改变一种色彩的影调范围。方法是通过一个适合的滤光镜对蒙片曝光。例如，对于一张拍有一些蓝色花卉的彩色透明正片而言，你也许想降低除花卉以外的所有要素的反差。相比之下，花卉的影调和色彩将明显突出。为此你应制作一张全影像蒙片(用全色蒙片用胶片)，但要在光源处安装深黄色滤光镜。结果是，画面的蓝色区域在蒙片上呈透明区域。当蒙片和彩色透明正片叠加在一起时，花卉保持不变，而画面的其它部分的反差将随着蒙片强度大小降低。

程度不深的彩色蒙片也可用于补偿原始彩色胶片的无效染料。

例如，你或许可以印放或复制一幅粗糙的彩色照片，此照片中的绿色和蓝色被印制得太黑。通过浅红色滤光镜制作一张降低反差蒙片会有所帮助。然后加上蒙片，其作用是略微压暗并控制红色，有效地增亮绿色和蓝色。彩色负片的多层蒙罩原理与此类似。

放大期间的控制

对暗房设备或技术做极简单的调整有时都会使反差过度或平淡的底片的印制质量发生重大改善。例如，当你正试图用集光式放大机印制一幅高反差影像，并且你没有适当的漫射镜头。如用彩色头时，你不妨在聚光镜上包一张描图纸，由此形成朦胧的压暗一级的柔和光源。如果这样做的成效不充分，你可以尝试“闪光”——均匀地用少量光雾化印相感光材料。

正确的经过闪光雾化的印制照片只能改变被摄体的强光区。对高反差底片采用普通曝光太弱，不能提供可显影的影像。然而，相纸从闪光中获得的多余光子足够强化被摄体细部痕迹，事先在相纸底层留下次潜影以便显影时显出影像。如果闪光过度，闪光就会使相纸上影像的强光区细部出现单调的灰色以及灰雾，这样可供降低的反差量就要受到限制。当你在反转感光材料上印制影像(如从幻灯片印制彩色照片)，或者当你复制高反差透明正片时，你也可以运用闪光。这时，闪光有助于生成质量较好的阴影区细节，但若闪光量过度，则阴影区会出现单调的灰度。

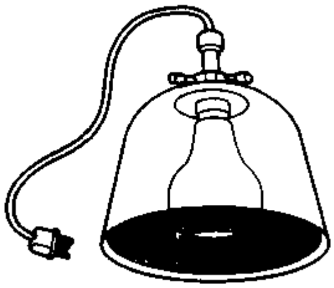


图 7.27 降低位于聚光式放大机灯箱内的照明用灯的有效照明范围，可以加强照明度，增大照片的高反差。

影像曝光后，在乳剂上闪光所需的照明度必须通过试验测定。在印放彩色照片时，你不妨尝试将放大机底片夹上的胶片移去，在放大机镜头上安装1个密度值为2.0的中密度滤光镜(系数×100)，并且反复以同样的曝光时间在相纸上曝光。而印放黑白照片时，你只要把负片留在原处，然后在镜头下方3厘米处放一张描图纸。这样做就可以使放大屉子上的相纸得到足够的光线，以获得匀均照明。先试着施加原来的10—20%的曝光。

在用影调单调的负片印放照片时，要想增加照片的反差，你可以采取将强化放大机光源的办法。把漫射镜调换为聚光镜。最好的做法仍然是，换用装有点光源灯的集光式放大机。另一种方法是，用挖有孔洞的箔纸提高乳白色光的灯具的照度(见图7.27)，但要确保负片照明均匀——你或许得提升或降低灯具。对于非常模糊不清的影像，你必须借助增大光圈或延长曝光时间加以弥补。

运用数字影像手段调整影像质量

对于数字影像来说，有效地控制其影调和色彩，实行起来容易得多。首先你可以把胶片影像扫描在像 CD 只读存储器这类存储磁盘中，或者直接输入电脑(除非你已经用装有存贮卡的数字相机拍摄，或者直接将画面输入电脑的存贮系统)。于是你的最终获得的影像文件就被呈现在电脑的监示屏上，并且影像旁边还附有矩形图或影调曲线(下面将叙述)。改变图表的形状就可以使影像同时发生视觉变化——你在每个阶段都能够检查这个影像。你最终得到的影像文件被存储下来，并可还原录制在摄影胶片或相纸上，或直接输入像喷墨打印机这类设备中。

用数字手段处理影像使人们避免运用化学药品、暗房等，避免灰尘、叠合错位等物理问题以及烘干胶片所耽误的时间。你也许凭想像挑选出局部区域进行改变，如果出现差错，你也可返回原有影像，另一方面，显示屏上仔细判断的影像与你最终打印出的影像的色彩和影调可存在很大出入，除非两者均以其中的另一幅图像为准进行了适当调整。

明亮度和反差的调整

监视器上显示的长条图和曲线都有助于控制实际的影像结果。如彩图 7.28 所示，长条图就是一个长方黑条图形，该图对用于描述影像中介乎全黑和全白之间的每个灰色等级的像素数值进行了合计，并以每个长方黑条的相对高度加以展示。长条的数量共计 256 个，在标准的 8 比特监视器屏幕灰度中，每个长条代表 1 种特殊灰色度，即使原始影像或许已被数字化为比 8 比特更大的比特深度。以此长条图的使用为例，如果影像的一个或两个影调极值在 256 个有效影调范围内呈现为无像素状态，那么你可以用鼠标把它们移动到影调范围的纯黑或纯白极限处。此操作也可均匀调节其它通道的所有像素。“延长”数据以填充长条图的结果是使反差和视觉清晰两者都得以改善。

另一个用数码手段重新分配影调的做法是通过影调曲线——这是摄影操作中常见的方式。为使你记起这种做法，彩图 7.29 展示了一个图表，这是将改变之前的影像的影调范围(输入效果)与改变后的效果(输出结果)相对照绘制的。你可以从一条倾斜度为 45°的直线开始，用鼠标点击图表中直线上的任意一点，你或将鼠标标识固定在此点不动，或者移动鼠标如同弯曲琴弦以便形成一个新造型那样。如果这条线的造型酷似摄影特性曲线，那么或者中间影调的

反差会增大，或者造成轮廓不清的中心区，以致阴影区和强光区的反差高于中间影调区。每次曲线的重新绘制表明所显示的影像的一致的变化。你也可以将所进行的改变限制在画面中预先安排的区域，从而用反差不同的相纸获得相同的色调，局部遮挡或加光，或“分级”印放。

彩色影像的变化

彩色影像的长条图和曲线(此处所示)通常同时备有红、绿、蓝(RGB)3组读数，因此你在调整影调和反差时不会影响色彩。然而，当你需要色彩校正时——消除全部色泽，或为弥补混合照明进行局部色彩调整——画面中的每种组成色彩的数据可以显示出来，形成一组3个分图。然后每种色彩的影调就可以增加或降低，这与卤化银彩色印相中变换滤片的方式大致相似。大多数摄影控制软件程序也可用来在超出精确设定水准的大范围以外产生数字等同的不清晰罩影，以产生使影像清晰的效果。

内容提要

●要想控制影调范围，就要关注与此相关的所有环节：被摄体和照明反差、过滤、镜头和影像成像条件、胶卷反差和颗粒、曝光精确值、相纸感光材料和像“分级”曝光这类技术以及最终的观察条件。

●从事数字成像操作时应明确曝光过度或不足的不良后果和反差过度范围，否则或许必须“增添”多余的像素，其结果是影调/色彩适宜，但清晰度减弱。

●通常是被摄体明亮度范围被压缩记录在负片上，尤其是阴影区影调。在印放照片时，明亮度范围又再次延伸至某种程度(尤其是较暗的影调)。象限图表揭示了适当利用相纸的整个影调范围正确曝光——部分位于胶片特性曲线趾部——的重要性。

●首先要留意照明，试着将被摄体明亮度范围限定在合理的范围内。通过降低胶片显影来对极端反差进行补偿(但若补偿过度，负片就会过于平淡而无法用于印放令人满意的照片)。曝光量和显影应同你的制作条件相符。曝光过度或曝光不足的底片不“适于”任何相纸。

●对任何单一照明的测定可读出相机的设定(光圈和快门速度)，从而将被摄体的这部分再现为中灰色调。你可从若干区域测光值中获取最令人满意的曝光值。分别读取强光区和阴影区测光值可看出被摄体的反差是否在胶片反差范围之内。由此你可得知是否

需要用辅助光或调整显影进行补偿，或者接受影调范围顶部或底部的损失。

●区域曝光系统有助于你确定影调控制的实际操作办法。对照曝光区域（Ⅰ—Ⅷ）——Ⅴ区为中灰，0区为黑，Ⅸ区为白——你可以预见被摄体的明亮度。曝光量变换1挡，被摄体所有明亮度上调或下移1个区域。

●欲使区域曝光系统奏效，你必须严密控制曝光／显影／印放技术。然后调整其中的一个或多个环节，以便为你的极精确的拍摄取得最具可能性的影调范围再现。首先应确定胶片的有效感光速度。找出适于被摄体高、中、低明亮度范围的显影时间，从而获得具有合适的影调范围的负片，接着再用你的设备完好地制作出来。同样，你也可以设定最佳相纸显影时间。

●通过选择重要被摄体的明亮度，确定应再现的影调并进行曝光来运用区域曝光系统，这样你将会做到精确无误。你也可以测量最暗和最亮部位的重要细节，通过选择正确的曝光和显影安排，这恰好满足相纸提供的所有影调范围。

●区域曝光系统最适于无生命被摄体的散页黑白胶片影像。如果你可以找出整个胶卷中需要相同显影条件的所有画面，那么也可以用胶卷和35毫米尺寸的胶片。即使你没能使区域曝光系统的每个部分奏效，也应牢记这个概念并且训练事先预见印放结果的能力。

●你能够在最后的阶段改变影调质量，以便改善或补救印放结果。使用适宜的减薄液降低黑银负片的密度。减薄液也可改变反差——减色型减薄液增加反差，比例减薄液或超比例减薄液能维持或降低反差。

●密度大且平淡的彩色透明正片经过复制之后可改进其影调。处理平淡的黑白卤化银负片用铬盐加厚液或用次比例加厚液（对于高反差底片而言）。切记住有关健康和安全方面的建议。

●蒙罩法改进反差过高的原始胶片就是用接触印相法印制一个有相反影调的极平淡的黑白胶片影像，然后把这两张胶片的叠合套准印制照片。降低反差蒙片通常制作得不太清晰，以便保留细部反差。在对高反差彩色幻灯片和透明正片叠加在一起的负片蒙片进行曝光时，最好让细腻的强光影调区处于透明胶片状态，该区域的反差最低。先制作一个曝光非常不足的高反差“强光区蒙片”，把它加在原底片上，然后再对主要的蒙片曝光。

●增加反差蒙片属于灰白色的黑白蒙片，它们是其蒙罩的胶片影像翻版。因此当你制作蒙片时，需要经过一个中间影像阶段。

●有选择地使用蒙片可以改变画面中已选定区域的反差。制作

一幅曝光不足的高反差失漏中间影像，以便将无需蒙罩的影调范围任何一端涂黑。同样，你也可以在透明胶片上用颜料覆盖无需蒙罩的部分，从而制作出中间影像。你也可以制作一个全影像蒙片，然后用手工漂白无需蒙罩的部分。

●用有色光源制作出的蒙片可制作一张较为平淡(或透明)的蒙片，原始影像上任何地方的色彩都是互补的。

●在放大照片阶段降低影调反差可采取散射光源或对相纸“闪光”的办法。为了增大反差，可以换用聚光头和强度较高的点光源灯泡。

●用数字影像手段可以大大加强对影调和色彩反差的控制。一旦影像被存储在电脑里，你就可以运用软件，依据长条图或影调曲线进行视觉调整——或者对整个画面调整，或者只对所选定的、标示的区域进行调整。

8

各种摄影题材

本章论及的内容是拍摄题材。我们列出了从体育到简单的天文摄影等 12 种题材，分别从该题材的某些典型专业市场、一般的组织计划和技术手法，外加需要避开的危险等方面加以概要地论述。当然，针对每一种题材的论述都可以构成一本专著。但我们在此将所有题材集中编写在一起，旨在强调指出，作为摄影师的你难以回避的种种不同的压力和需要在拍摄之前首先应考虑的事项。你或许永远没有必要拍摄所有这些题材，但你也不可能仅仅专注于某一种题材，特别是如果你立志做一名职业摄影师的话。

过于详尽地陈述不同的摄影师运用的拍摄技术是很危险的。人们对摄影器材和拍摄方式往往有一种趋之若鹜的癖好。毕竟，为报刊杂志拍照时有可能使用大画幅相机。而在拍摄静物和建筑物内景时也可能使用 35 毫米相机。同样，有些摄影师无论拍什么总是刻意突出自己的特殊风格，几乎到了连照片的用途都不顾的地步。当然这些只不过是例外。

拍摄目的和方式通常取决于市场需求，你在专门从事某种题材的拍摄中积累的经验，甚至还有器材的配置。方便好用的器材和注重实际的态度将支配你的最擅长的技术方法。大多数摄影师的拍摄方式就是这样——你只要牢记一点：没有什么章法可循，也不存在一成不变的方法。新兴市场和全新的器材(如数码相机)意味着，在一段时期之后拍摄题材中遇到的问题及其解决方法会发生变化。无论如何，摄影新手应该不断对前人的做法提出质疑，因为摆脱旧方式的束缚，寻求崭新的视觉表现手段是开辟成功之路的途径之一。

大多数委托拍摄工作必须符合某种商业形式的需要或满足大众

传媒的要求。另外，你还得应付额外约束的挑战。或许要求你拍出的最终影像充满一个长条画幅中，或许尺寸非常小(简单、醒目)，或许必须有效地转化为纯粹的黑白照片。其实，即便你未曾被派去拍摄某个主题，你也应该自行选定拍摄任务或项目，这一点很重要。这样做等于给自己搭起了一个可供充实的框架，当然还会为你积累拍摄经验。

以人像摄影为例。你或许可以把成双结对的两个人做为被摄对象，练习拍摄6幅摄影习作，然后考虑一下所有这些人的组合方式，如母子、夫妻、老少等。同样，你也可以把镜头对准居住在同一幢楼里的全体居民、所有身穿制服的人或旅游者。当你确实按自己制定的思路拍摄、冲洗，直到最终印放出照片时，你就会开始发现深入拓展计划或在其它新领域取得进展的起点。例如，你拍过的人中有两个或许会出现在某一有趣的场景中，而此场景又可引发出一个有关环境内景的系列组照。或者受一幅画而中意外出现的细部模糊的启发，制作一组关于运动和抽象的系列照片。

在本章中，我将就每种拍摄题材从三个方面加以阐述，即：拍摄目的、拍摄的方式和组织、摄影器材与技术。其中“目的”是指典型的功效和市场；“方式和组织”论及你的拍摄计划和你与该题材的关系；“器材和技术”则是指导你使用适当的器材把拍摄内容印在感光材料上。

体育和动体摄影

目 的

报社和体育刊物总是对那些感染力强的应时动态照片感兴趣。体育摄影师经过一段时期的拍摄便能积累起内容十分广泛的作品，如：特殊事件、名人照以及不同种类运动的普通照片。这些照片中的上品将连续几年被杂志社、出版社、海报制作人和广告公司选购，其用途可能有多种，如：编辑插图、产品包装或纺织品的设计。自由职业体育摄影师因此倾向于投稿或经营自己的综合图片库。其他人则供职于新闻机构、专业出版社，或者可能直接或间接地为体育赞助者和体育用品制造商效力。

拍摄方法和组织

首先，你应该充分了解你要报道的体育项目或活动。同时还要具备耐心、预知最佳状态出现以及对某个重要时刻及时做出反应的能力，而这些通常都是无法意料的。拍摄的主要目的是捕捉运动员

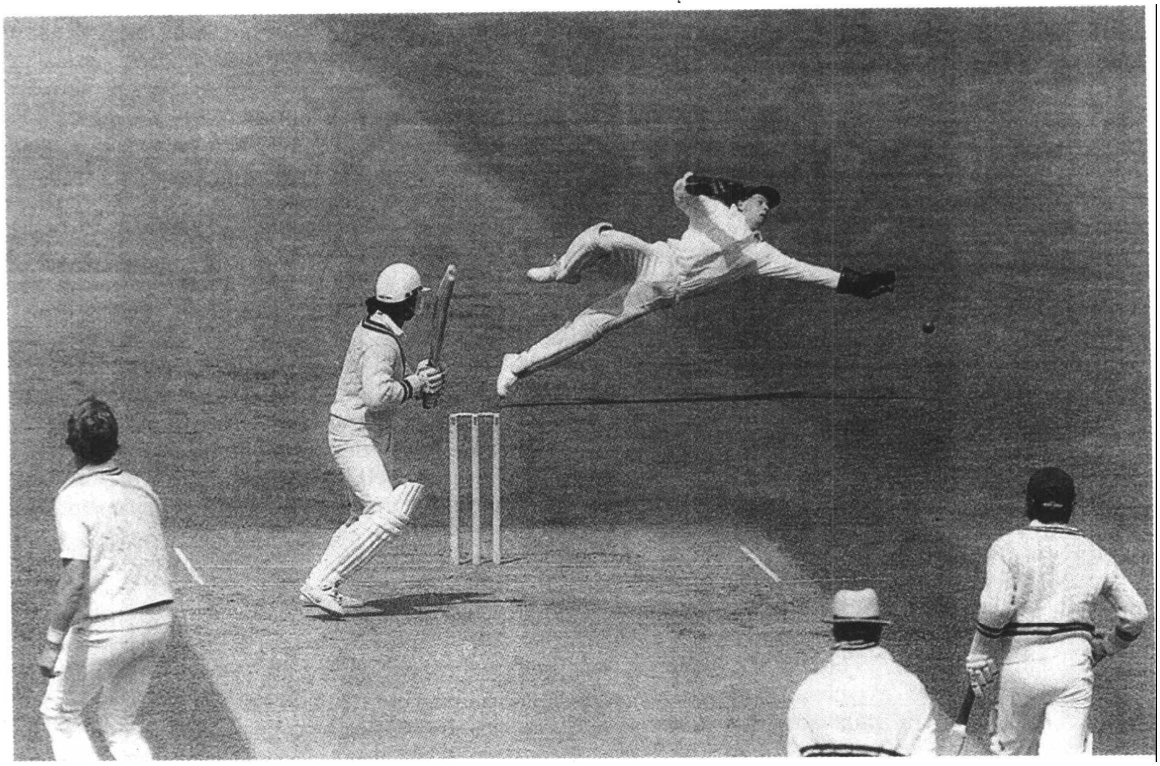


图 8.1 板球国际锦标赛的一瞬间。这是经过长时间的等待和准备之后拍摄而成的。帕特里克·伊格使用一枚长焦距望远镜头捕捉了这幅照片。此作品刊登在《星期日泰晤士报》上。

的技能、烦恼和紧张情绪，还有富有戏剧性的激动场面和气氛。当然，如果把所有这些集中体现在一幅作品中就再好不过了。经验和制定拍摄计划是非常重要的。你的目标是根据透视、背景(模糊但又不是难于辨认)以及最剧烈的动作发生的地点，选取可能的最佳视点。如果你正确地做你的“功课”，你就应该站在那个正确的拍摄地点等候一个左手或右手持杆的高尔夫球手，并且知道某一具体撑竿跳高运动员在双脚跃过横杆时会落在哪一端。有些体育项目，如体操或板球的动作重复率很高，这样一来，寻找有趣的与众不同的画面就成为问题。其他比赛项目会在运动场内各处举行，因此你不必忙于作决定，要有目的地选择自己熟知的项目，带着一整套镜头从一个或多个关键位置拍摄。

捕捉那些能从视觉上传达参与运动之感受的表情和身体语言。请看插图 8.1。看一看画面中的竞技者们恰好在一项竞赛发生和观众做出反应之前经受的紧张状态以及极为重要的动作高峰本身。在拍摄的同时，注意不要妨碍运动或活动的进行，注意自身的安全，你有必要通晓和遵守相关规定。无论在哪儿拍摄，请尽可能与比赛项目的组织者合作并得到他们的照顾。这将使你有机会占据本不会向你开放的拍摄视点。

器材和技术

你需要一套性能良好的、齐全的镜头，外加至少两台35毫米照相机机身。在拍摄观众、赛场全貌和戏剧性的、透视变化大的特写时，广角镜头很实用。然而，由于许多体育比赛使你无法靠近拍摄，所以你要依赖长焦距镜头。比如在拍摄板球赛时就得用600毫米或焦距更长的镜头。只要你能担负得起，所有这些镜头都应当是大孔径的。单脚架是非常实用的，有些现场由于众多的摄影同行挤在一块令你无法支起三角架，在拍摄时，你很可能把快门速度定在1/500秒或更高。这样，由于使用大光圈景深浅，背景会显得模糊，不会分散人们的注意力。

体育摄影所需器材

2台带电动马达的35毫米机身
大口径镜头：50毫米
24或28毫米
70—200毫米
300或400毫米
600毫米
三脚架、单脚架和遥控开关。

另外，有一个好办法是，将那些诸如面部表情等需要仔细审视的要素凝固在画面中。迅速运动的手臂、腿、轮子是动作的象征，应着重有效地加以虚化，尤其是拍彩色片时。这样，在任何时候都要谨慎断定快门速度并为此承担风险。过于抽象的情况总有可能出现。另外一个造成模糊，使运动速度夸张并且使被摄主体从通常会干扰视线的周围环境中突出出来的方法是，手持相机紧跟运动轨迹或场上的比赛追随拍摄。

尽管使用自动对焦相机，经验丰富的体育摄影师们通常宁愿事先把焦点对准赛场上的某个关键位置，当动作出现在那里时即按下快门。其他人则通过手动调焦使主要要素结像清晰，与一成不变的中心画面自动调焦操作相比，他们更偏爱手动调焦带给他们的自由度。单幅过片的马达卷片器是一个重要的辅助手段，因为它可以使你在两次拍摄之间较为从容地用眼睛瞄准取景器。连续自动过卷模式大多用于短时间内的突发事件，除非你要拍摄有计划的分析性的连续画面。

切勿想当然地认为，通过快速连续的拍摄就一定能捕捉到一项体育比赛的关键性瞬间。即使每秒钟拍3张照片，两次拍照之间的停顿也比画面曝光的瞬间长300倍。反光镜还要以最快的速度锁定，从而使得它很难正常运作。确实没有什么可以替代预见什么是动作的高峰和学会在仅仅1/1000秒左右的瞬间按下快门。反映某一重大赛事的照片通常急需送交报社或电视台体育部，以便及时进行编辑处理。既然如此，买一台价格不菲的数码手提照相机或许很合算，我们可以即时通过调制解调器和手提电话把照片下载到编辑的电脑屏幕上。

新闻摄影/纪实摄影

目 的

与仅仅报道要求截稿时间的新闻图片不同的是，深入全面地反映某一事件的新闻组照就如同随笔或一经发表的文章一样。“照片新闻”的完整概念是由《生活》杂志和《图片邮递》杂志在20世纪30年代末最先提倡的。优秀的图片故事、观点鲜明、极富感染力的照片，再加上构思巧妙的版式设计共同构成了一种效力卓著的传播学。近几年来，杂志和报纸副刊对专题新闻照片的需求量大大萎缩了。然而，巡回展览、摄影画册和诸如电脑光盘这类新型出版物仍然需要那些感染力很强的纪实照片。

大多数题材涉及与人有关的事件。毕竟，多数人关注的是人。人与他们所生存的环境、社会、工作、暴力或某些毁灭性灾祸的关系是经常出现的故事情节。一些最出色的新闻记者如同最优秀的纪实文学作家一样，始终被他们笔下的题材所困扰，以致到了把自己的工作视为神圣职责的程度。(请参阅由美国农业安全署的摄影师们拍摄的一批反映20世纪30年代美国贫困农民的悲惨境况的照片，还有尤金·史密斯出版的一本关于工业污染的画册《水俣病》)〔水俣病是指由汞中毒引起的一种严重神经疾病。——译注〕

拍摄方法和组织

你必须确定拍摄主题并且用足够的时间考虑最佳办法。尽可能在心里将非常重要的画面罗列一番，这样你的计划便有了一个大致的轮廓，并且题材的各个侧面也一览无余。同时你还要保持思路开阔，目标是拍出大量可供日后编辑之用的照片。经过可靠的筛选，你(或者通常是美术编辑)就可以把照片排列开来，确定审查顺序，通过集中摆放做出比较。

或许你想展示老与少、贫与富之间的区别，或者把人们从事公务的形象私下的生活做个比较。通过拍摄工作中的人们，你不仅能展示社会生活，而且可以展示劳动活动。在拍摄发生在公共场合的事件时，你要把相机转向旁观者，并且把镜头对准每个人另外想看到和拍到的那些场景背后的事件。

纪实摄影所需器材

2—3台35毫米机身
马达卷片器
闪光灯(指数为30—60)
大口径镜头：24毫米
35毫米
50毫米(2只)
70—200毫米
三脚架或夹具

器材和技术

一般地说，你肯定更愿意融入周围的人群中而不愿被人注意。为此你的穿着要适当，背包中的器材应简化，不要过分表露自己的

摄影职业。35毫米相机是理想的选择，因为它结构紧凑简便。自动对焦相机在必要时也很有用，尤其当你必须不借助取景器抢拍照片时(例如，把相机举过众人的头顶拍照)。否则就需要通过测量被摄物体的代用物(如你的手臂)取得相关数据，从而预先调焦和设定光圈和快门。你不妨准备两台机身，分别装有不同种镜头和马达卷片器。在有些场合下，马达卷片器会引人注意，为此你得手动过片。尽可能利用现场光，但当用感光度最快的胶卷仍无法应付现场条件和景深要求，或者当你必须对环境光加以补光来减少反差时，你就得随时带上闪光灯。

大多数拍摄工作可能都离不开带有大光圈的标准镜头，但也要准备一个广角镜头，以备在室内拍摄和前景细节需占据大部分画面的情况下使用。当你置身人群之中，用广角镜头近距离拍摄时，得到的照片会增添“身临其境”之感，而遇有恐吓性情况甚至也会使明显的攻击程度增加。你不妨用一个焦距适当的长镜头从远处拍摄，这样能把画面成分“汇集”在中景和背景中。你还可以用它在远处拍摄大头像，而且不会引起被摄者注意。(有时你也可以采取一种容易的办法，即用一只标准镜头在近距离拍摄，这样你会得到不那么“超然”的透视。)

人像摄影

目　的

除了仅仅用于证明身份外，大多数精心拍摄的肖像不是为了美化被摄者就是为了表现个性。当然，这些拍摄意图相互间并不排斥，但起美化作用的肖像大多是受你的实际被摄者、他(或她)的家人或企业机构之托而拍摄的。被摄者希望摄影师以赞许的方式展示他们，或许希望被描绘成他们自己喜欢或别人喜欢的样子。然而，对于第三方(如杂志编辑)委托拍摄肖像，你可以把美化的目的抛在脑后，把镜头前的人当作一个角色加以审视评判，即使这属于无情无义的揭示行为。了解照片的用途是很有好处的——它或许悬挂于会议室墙壁的主要位置，或在杂志的专栏或以整版篇幅刊登，甚至用于回复仰慕者的来信之用。至于模特的姿势、灯光的运用以及像框中的具体尺寸则可以从属于这种最终形式。

拍摄方法和组织

性格外向和待人和气的人当然有助于拍摄。你或许喜欢在摄影室中拍摄，以便使你的被摄对象摆脱他们通常所处的环境的影响。

图 8.2 莫妮卡·凯布拉尔使用现场光拍摄了这幅新闻工作者肖像。该照片最先刊登在《新社会》杂志上。35 毫米照相机可以配备许多大口径的镜头，并能提供和令合适的景深，从而可将周围环境纳入画面，即便在暗淡的光线下。

摄影室对你来说较为便利，但在被摄者眼中通常颇具胁迫感。如果你走出摄影室，代之以被摄者所在的环境(家或工作场所)，那么，你就可以使环境特征成为肖像的一部分，同时使照片中的信息含量增加，并且有机会进行有趣的构图。与抓拍肖像不同的是，必须对被摄者加以指导。如果你毫无准备或者指导过度，很可能造成被摄者不是表情动作生硬就是虚假做作。你一定要设法搞清楚你需要突出或掩饰的被摄者的面部特征，要注意观察被摄者的手的摆放方式、坐姿或站相。你需要同被摄者建立一种人际关系；当你调定照相机、指导被摄者的姿势，布置灯光和确定拍摄视点时，你应该同被摄者交谈，使他或她放松自然。

如果手很重要，你或许可以安排被摄者坐在桌旁或让他从事某项工作。他或她坐在扶手椅中会比坐在凳子一角更加放松并且摆出难得的姿势。从低角度拍摄会使人看上去显得高大，而从较高的视点拍摄则可能让人显得处于被控制地位。当给宽脸庞或宽肩膀的人拍摄时，从 3/4 处，而不是从正面拍会使其脸和肩部看上去显得窄一些。把每件事都筹划好，以便在你和被摄者之间建立一种自然、有效的关系。器材应精简。要避免使被摄者拘谨呆板和长时间等待你布置灯光，这样会令他看上去做作和局促不安。

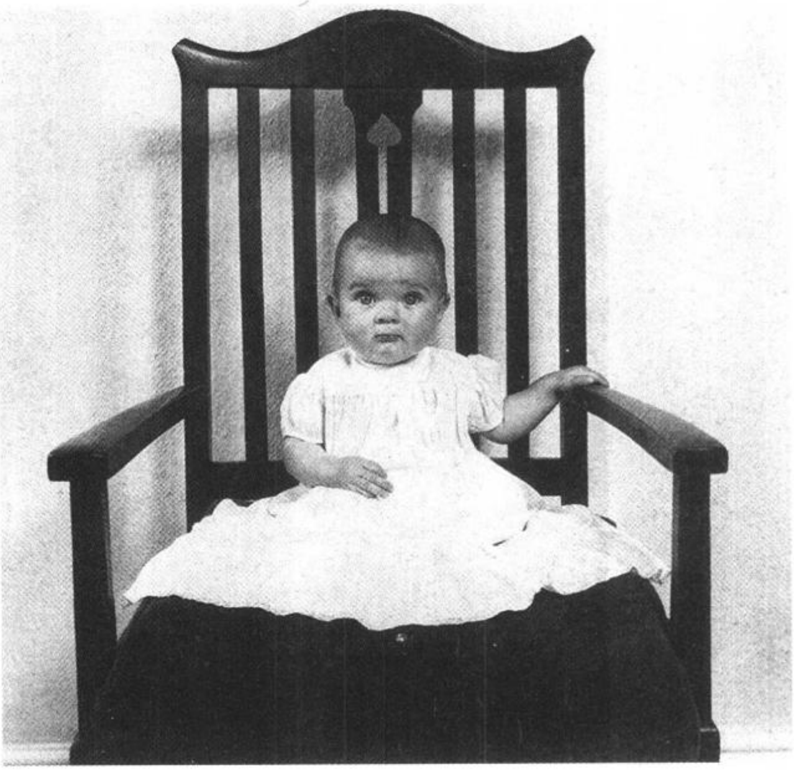


图 8.3 这是休·帕克使用正规的肖像拍摄法抓拍的近乎对称的幼儿照片。它是在外景地使用影室闪光灯的反射光、6×6 厘米的照相机拍摄的。简单的布光使宝座般的靠背椅显得更加坚固。该作品选自“婴儿坐像”组照。

器材和技术

中画幅相机很适于人像摄影。照片的特优品质比器材的体积和重量更重要。不管怎么说，使用三脚架是个好主意。这样，你无需挪动相机和扰乱构图就能较自如地调整光线等。如果你站在镜头的左侧或右侧，你便能自然地让被摄者的目光看着画面的右方或左方，而无需给以指导。如果拍半身像或头部特写，你不妨选用比标准焦距的镜头稍长的镜头(即：用 150 毫米镜头拍 6×6 厘米的画幅，用 85 毫米镜头拍 35 毫米画幅)。这样你就可以从较远的视点拍摄，从而取得不太夸张的，比较令人满意的透视，而你的器材给被摄者造成的不安情绪也会为之减轻。

肖像摄影所需器材

6×6 厘米照相机
150 毫米、250 毫米、80 毫米镜头
2 盏摄影室用闪光灯
闪光测光表
三脚架、快门线、反光板和柔光镜

就日光、钨丝灯或摄影室闪光灯这三种光源而言，室内日光照明通常可以使你获得极好的自然效果，只是难以控制。从热度和眩光方面看，闪光灯胜过钨丝灯一筹。其功率允许你使用感光速度较慢的细颗粒胶卷拍摄。但切记准备足够的反光板和柔光镜。尽量简化照明布置，这样被摄者就能自如地变换姿态，而无需立即要求调节光源或者改变曝光。在开始拍摄时，一种典型的安排是，准备一盏来自“自然”角度的柔和的主灯和几块反光板，你可以用反光板

把反射光投向阴暗处，并有助于在眼睛中形成眼神光。另外，你要尽快停止摆弄你的器材，把精力集中在你和被摄者的关系上。

婚纱摄影

目　的

拍摄婚纱照通常被认为是一项让人疲惫不堪的工作，但事实是，在一个家庭里，婚礼是极不寻常的时刻。因此拍摄这种场面责任重大。平庸或遗漏未拍的照片会把当事人的重要记忆“一笔勾销”，给当事人造成终身遗憾。你拍的作品应当精美绝伦，被人们镶入镜框或放进相册，并且在未来若干年内供几代人观赏。婚礼照是一种时间延伸，家庭成员就是在这种时间延续之中进行自我品评，为此，其价值和趣味始终有增无减。

拍摄方法和组织

开始拍摄前先与新郎、新娘以及他们的双亲会面，探讨一下拍摄方案。弄清宗教或官方的有关限制，以便在结婚仪式上知道什么地方可以拍照，什么地方不可以拍照。要注意是否会发生不寻常的事件——例如，新娘是否会乘坐双轮轻便马车来，是否邀请了某些名人。如果婚礼的举办程序是沿习一种鲜为人知的民族仪式，那么你必须通晓每个环节的次序及其含义。

婚礼举行当天，你要记住自己的工作是仪式中的一个组成部分，要按照其它参加者的意愿穿戴整齐并尽早到达现场，以便对可能的背景、照明和安放照相机的最佳位置进行评估。务必回避那些杂乱、丑陋或不适宜的背景(如：教堂的墓碑)。你也可以先拍摄已到的来宾，最好给他们拍集体照。当新郎和男傧相，新娘和父亲等主要人物到场后，你不妨沿用上述做法。在婚礼举行到高潮时，如果出现动人的场面，你最好向后退步，拍摄全身照，而不要拍半身照和特写。

图 8.4　正式的集体照仅仅是展示婚礼的一个方面。你还需要抓拍一些浪漫的场景，这幅作品的作者在镜头前加用柔光镜，利用反光板或反射闪光减少反差等来营造出恰当的气氛。

仪式结束后，将会拍摄正式的群体照。一开始只拍夫妇两人，然后把镜头对准外围，拍摄直系亲属和人数不断增加的近亲，直到最后拍摄包括大多数宾客在内的集体照——假如现场的空间足够大的话。如果你面对的集体人数较少，就要特别留意细节，看看男士们的上衣扣子是否扣牢，领带是否歪了，长裙、头发和头巾是否整齐。最后在婚宴上拍些非正式照片作为补充，尽管这类照片略显陈腐，但很受欢迎(参见图 8.4)。同时注意寻找那些属意料之外的事件，人们将乐于回顾当时的情景——因汽车抛锚，新郎乘摩托车抵

达；男傧相四处找寻结婚戒指；甚至不妨把镜头对准教堂门廊内的一摞帽子，布丁或雨伞(如果是下雨天)。

器材和技术

用一台中等画幅(杂志更为适用)照相机拍摄，它可以令你操作快捷，还能拍出细腻的作品。这对于拍摄集体照尤为重要。要使用标准镜头和普通长焦镜头，后者主要用于拍头像和半身像。准备一个用于拍室内普通场景的广角镜头，但不要用它拍人或集体照，除非空间受到限制。三脚架的作用很重要，用它把相机固定在拍摄地点，你便可以走上前去对某些细节进行调整，或者机智地请人们调换一下位置或靠得稍近些。你也可以准备一个大功率并可以调节的闪光灯，以便解决对日光进行补光的问题，如，在建筑物内拍摄走到门口的人。带上几只像雾镜这样的特殊效果滤镜，很有用。另外，随身带上一些大头针和曲别针，可用于整理婚纱。在婚宴上抓拍照片用的最佳器材是带有变焦镜头或孔径较大的标准镜头的35毫米单镜头反光照相机。如果你有一个助手，那么他或她就可以用这套器材拍摄婚礼中的偶然事件。

婚纱摄影所需器材

6×6厘米照相机
80毫米、150毫米、65毫米镜头
35毫米照相机
35—100毫米镜头
闪光灯、测光表、特殊效果滤镜和三脚架

如果你有电脑，你可以把照片的后期制作列入你的服务项目。后期制作可能包括从删除不需要的背景细部到改变表情(如把一张集体照上某人的头像换到另一张照片上，并且这种替换是很难让人辨认出痕迹来)。

风光摄影

目　的

风光摄影的拍摄目的多种多样。详细的、具有代表性的作品是供旅游、生态和教育出版等各种图片资料库使用的。许多这类照片没有时效性，因此它们能销售较长一段时期。然而，风光摄影同样也适于表达自我和进行个性化的艺术处理，它可能场面宏大且具有戏剧性，景色连绵起伏柔美宜人，它也可能是由图案或突出的色块构成的抽象混合体。富有独到性的摄影师们很早就意识到了风光片潜在的视觉价值。展览馆里展出的作品、摄影集里收集的作品或装入镜框的作品无不证实了风光照片具有某些象征性含意，如代表陈旧、充满活力、人生的快乐……或神秘和朦胧。

此外，由于风光照片中的景致具有一定含义，所以一幅风光照片的主要目的或许更具备社会纪实性。那些受到威胁的海岸线、工厂造成的污染、被新铺就的道路瓜分的乡村以及其它发展状况都需

要引起公众和决策者的注意。

拍摄方法和组织

风光摄影表面看上去给人以容易拍摄的假象。毕竟，被摄景物本身多半岿然不动并且总是在原地矗立。可是你所见到的风景的全部还包括空间、距离、气流、声音、气味——你行走时，环顾四周，留意近处和远处变化无常的并列成份。你难以将这些事物集中在一幅静止的照片中，除非在某种程度上你能突出展示某个足以将整个风景的特点概括出来的部分。或许这意味着从低视角拍一幅视野很宽的照片。结果是，前景中参差不齐的岩石被夸大，并且借助比例上的差异强化岩石与远处耸立的群山之间的前后及左右的相对距离。(参见彩图 8.5)。

日光和阴影的变化也会使风景发生变化。天气的不同。在同一天里的各个时刻，以及一年中的各个季节都会使风景呈现出惊人的差异。你需要精心筹划，以便挑选出能强有力地描绘出该地区基调的拍摄条件。光线的方向和特质可以强化质感，形状、色彩和线性及色调透视。为此，你必须尽心竭力使自己在估算好的时间内到达现场并把器材安顿在已选定的特殊视点。

考虑一下一种形状与另一种形状叠加的方式。想想地面与天空的最佳比例，至关重要的是地平线的位置，几乎每次拍摄都会遇到地平线如何放置的问题。照片或许会更多地取决于某些地理特征，如投影线，水中倒影，或一些小的、有力度的形状。

风光摄影所需器材

中画幅或大画幅照相机
标准镜头、广角镜头、中广角镜头
滤光镜、偏振镜
三脚架、测光表和一次成像后背

器材和技术

如果你准备托运器材的话，拍摄风光适于使用中等画幅或大画幅的相机。用较大型的相机拍照，可以获得比较细腻的色调和细部，况且大相机具有运动操作的可能性(转动可以使景深从前景延伸到地平线；移动则可以调整聚合线)。当你等待适宜的光线时，你通常有充裕的时间检查构图和曝光。然而，在不易拍摄的地方，你也许要使用 35 毫米照相机和慢速、高分辨率胶卷。装有马达卷片器的 35 毫米相机或中等画幅相机同样便于拍摄拼接全景图片的底片。你也不妨考虑一下采用全景照相机的可行性。

对于重要的照片，三脚架显得非常关键，因为你可能要在日出

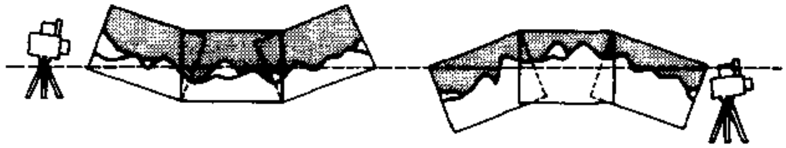


图 8.6 全景照片。当你为获得一幅连接在一起的全景图片拍摄连续画面时，应避免照相机或向上或向下移动，然而允许稍加调整。否则地平线会呈中凹形或驼峰状。你也可以借助水准仪把照相机放平。如果需要的话，那么升高或降低前组镜头(例如位移镜头)允许你把画面中的地平线重新定位——抬高或降低一些。

或日落时拍摄。滤光镜同样也非常重要。当你拍摄黑白照片时，可以使用橘黄色或红色反差滤光镜来压暗蓝色天空的色调，而用绿色滤光镜则可以使植物显得明亮。当你用彩色胶卷在海拔较高的地区或海边附近拍摄时，你可以使用偏振镜和吸收紫外线或预热滤光镜来减少蓝色调。另外，色彩校正和彩色平衡之类的滤镜也是不可缺少的。当你拍摄较暗的地面细节时，灰色渐变滤镜是很有用的，可以防止天空和云层“曝光过度”。

建筑摄影

目 的

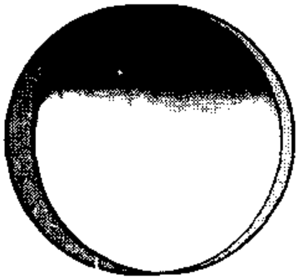


图 8.7 在拍摄影调昏暗的风光照片时，为避免天空细部曝光过度，使用灰色渐变滤光镜较适用。光圈收得越小，画面被滤光和未被滤光的部分之间的过度就越生硬，你可以调至工作光圈事先观察一下效果如何。

需要参阅建筑物内景和外观照片的人或机构有：建筑师、房地产经纪人、自然资源保护者、历史学家、地方管理部门和社区组织等。建筑物，如同风景、静物和其它“无人”被摄物一样，也被一些用照片表达自己想法的某些摄影师看中，而且拍摄建筑是他们的目标。所有这些人使用照片的目的各异。负责设计一个新结构的建筑师需要引人注目的、生动的图片，以便作为杂志文章插图和展出之用。你不仅要展示出某个场所的特色及其一般特征(形式和纹理)，还要拍出它的灵魂。较为专业的出版物则需要突出强调建筑物的重要细部，而建筑物一般展示很少。有视觉上的特殊要求。专业读者需要有关建筑物结构和面积的信息。

环境保护论者可能希望照片能展示出新建筑物与当地社区之间的关系，或许强调出不利的影响，房地产经纪人则需要大加赞扬性的照片，同时展示出空间和光线以及建筑物的所有最佳特征，而附近的水泥厂和化肥厂则回避不拍。如果拍摄目的不限，主要是表达自己的感情，那么显然你就牢牢地受制于建筑物原貌了。这如同拍摄雕塑作品，通过拍摄别人的创作来形成自己的原始印象并不容易。拍摄建筑物的挑战往往在于表达出这座建筑物给你——一位观察家，所留下的印象。

拍摄方法和组织

在拍摄建筑物时，最重要的两点是控制光线和选择拍摄地点。你必须找出所要展示的建筑物的主要特征并且为了使之体现于你的作品中，你要选择一个最佳时间和照明条件。与风光摄影不同的是，你对相机位置的选择可能受很大局限，而且随后这将决定你必须在一天中的某个时刻拍摄。在准备时，指南针和手表是很实用的工具，因为你需要通过太阳移动的位置选择建筑物的不同立面。你

最好能在一整天中不断观察光线是如何改变建筑物的体积、外貌、色彩和阴影图案的。(见彩图 8.9)。

将每次拍摄的情况记录在案。你可以记下建筑物某一部位的装饰物的特写镜头和同一时间拍下的完全不同的部位的一般景象，因为光线不久将掠过高大的墙壁表面。不要忽视在黄昏时刻拍摄建筑物外观的可行性。应尽可能早地将所有照明灯打开，以便拍摄连续镜头。这时，自然光减弱了，而起重要作用的照明是建筑物内部的灯光，不再是外面的自然光了。

影响拍摄建筑物外观的主要问题是天气以及像停在附近的汽车和建筑设施等不相关的周围环境。请留意收听天气预报。在很多情况下，柔和且受薄雾笼罩的光线最好。完全阴天的条件则会产生毫无生气，影调平淡的效果(虽然这也许更适于表现简陋住房的社会纪实性照片)。

要避开无关紧要的成份，关键在于选择合适的拍摄地点。有时做起来相当危险，你可能必须站在比停靠的车辆和往来的汽车、行人高的地方拍摄，或利用前景的特点把它们挡在镜头之外。所有这些问题最好事先解决，如果你清楚你的每个焦距不同的镜头能把多大范围内的景物收入画面，那会对你有所帮助。若遇上构架偏低，周围带空场的建筑物，那么从该区域以外的高处拍摄，则此建筑会给人留下更为深刻的印象。必要时可以采取低空航空摄影。

拍摄建筑物内部的主要困难是光线不均匀、混合光的色彩平衡问题以及尽可能把要求收入画面的内容拍进去。人的眼睛习惯于四下扫视，而任何不扭曲物体外形的广角镜头都难以与你的眼睛一比高低。如同拍风光片一样，你或许必须找出能代表整个建筑物重要特征的某一部分景物拍摄。你不妨准备从外面的窗户或能望见门口的门廊拍摄房间。室内陈设在照片上看上去通常显得杂乱无章，为此建议你花时间移动或重新调整一下室内的物品以避免混乱，这样当你从相机的静态视点一眼看去时会有一种空间感。另外，同拍摄静物一样，去掉画面中该省略的任何东西。(见彩图 8.8)。

建筑摄影所需器材

大画幅单轨座机、位移照相机、装有位移镜头的中画幅照相机。
具有良好涵盖力的标准镜头和广角镜头。
滤光镜、闪光灯、罗盘、测光表、带夹具的成套灯具、水准仪、一次成像后背。

器材和技术

在拍摄重要建筑物作品时起码要准备一架能够移动部件的照相机，尽管拍局部时任何普通相机都适用。对于戏剧性的线性构图来说，明显表现出会聚的垂直线是可以接受的，但当真正脱离事实时，就让人感觉照片有误(或有拍摄疏忽之嫌)。无论如何，你需要使用带有可以移动或旋转的移动部件的相机从高处或低视点拍摄，使景深超出你选定的平面等等。你的镜头——尤其是广角镜头——必须确实具备很大的覆盖力。

准备一套灯具或便携式摄影室用闪光灯，以便在拍摄室内建筑物时进行补光、减少反差和消除不均匀照明。如果拍彩色照片，要准备蓝色醋酸明胶片，必要时你可以把它放在照明灯前，以便使灯光与从窗外照射进来的日光相配。但是，你在用额外照明时一定要适可而止，因为维护现有的灯光设计使之成为该建筑物的特征之一，这一点通常很重要。由此看来，柔和的反射光一般是最佳选择。如果使用日光型胶片生成的橘黄色调令人生厌，那么不妨找一些蓝色家用电灯来替换画面中的台灯、壁灯等用的灯泡。你还需要一支大功率可调节的闪光灯，以备在没有电源的地方使用。如果你拥有一次成像相机后背，你可以试拍样片，检验一下补光是否合适，看上去是否自然。切记在进行长时间曝光时，你可以从几个不同地点使用钨丝灯或者闪光灯，以便对昏暗部位进行补光。另一个方法是在黄昏时拍摄和使用灯光型胶片，但此时，你应使室内照明的亮度同室外的橘黄色日光下的景观的亮度一样。

准备几个包括偏振镜在内的滤光镜，以便控制多余的反射光和逐渐变暗的天空的亮度。用性能很强的中性密度滤光镜会允许你扩大曝光范围(如，用密度为 2.0 的滤镜，可使曝光达 ×100)，这样在白天拍照时，行人和车辆就非常模糊以致于不会在胶片上留下记录。在日光下拍摄和用不同类型的钨丝灯及荧光灯时，要准备几种光平衡滤光镜，若再加上彩色校正滤光镜就可用于补偿倒易律失效；而普通的反差滤光镜则可以在拍黑白片时使用。水准仪可帮助你检查照相机是否安放垂直，小型手电筒则有助于你在昏暗的房间内或在夜间拍摄时调定相机。

摄影室场景的布置

在摄影室内展示房间、天井等布景的便利之处在于，你可以进行详尽的设计，以便符合布局图的要求。布景的复杂程度不等，有的是布置几个纸糊的“天花板”，有的是为一间制作精美的房间设置 3 个墙面。布置场景所花的时间和费用通常比在实地拍摄高得多。然而，如果你遇到下面这类拍摄情况，那么采用室内布景就很合算。比如，在拍摄大量的产品广告(例如为邮寄订单而拍)时，你需要一个接一个地拍摄一系列成套的厨房或配套的卧室寝具，这时，只要更换一下帘幕和装饰物即可。而且，如果你想集中拍摄一幕反映某个历史时期的场景，比如为一篇关于 19 世纪烹饪技法的特别报道拍摄维多利亚时代的厨房，这时采用摄影室布景可能也是唯一切实可行的办法。至于布景所用的附属设施，你可以从道具租用公司获得，也可从商贩那里借用或购买。经过精心设计的场景的

主要好处是，你在选择视点和布光时拥有较大的自由，这种可能性是非常大的。由于摄影室里没有所谓的“天花板”和第四面“墙”，被安置在画面以外区域的器材就有了足够的空间，并且可以对展示的每一件东西进行全面的控制。

当你为建筑师、城市规划设计师、展览设计者拍摄比例模型时，在摄影室内拍摄同样受益。拍摄模型的目的通常是把尚未施工的建筑物的真实面貌展示出来。因此你必须使模型技术上的精确度同恰当的照明和根据按比例缩小的“人眼”视点来确定照相机的位置相匹配。

拍摄方法和组织

场景的布置需要用几天的时间，这远比具体的拍摄费时。场景的搭建最好使用可夹固在一起的“嵌板”，就像剧场和电视台布景那样(如图 8.10)。当你按照所用镜头的视角，以期获得普通的或陡化的透视时，你首先要在纸上设计出整个场景的大小尺寸。切记在嵌板、摄影室墙壁和天花板之间留出充足的间隔，以供安置灯、反光板等器材之用。最忌讳出现的问题是，所搭建的场景过分完美，以致缺少实际房屋固有的个人特色和凌乱现象。这种场景既不自然又显得呆板，活像一间博物馆展厅。布光自然与否同样也很重要。你应该努力营造出一种光线经由窗口(或设在一面隐形墙壁上的窗口)射入室内的假象，而避免让人感觉光线来自嵌在天花板上铁架子中的顶灯——正如大家在电视肥皂剧中看到的那样。

在拍摄比例模型时，你应特别留意所谓“日光”的高度和方向。这就需要使“日光”的方位同模型上标定的方位切实保持一致，“日光”不该来自一个或多个失真的方位。如果必须拍摄建筑模型的内部照明情形，如夜景，你不妨利用按比例缩小的光源供局部照明，从而取得乱真的效果。最简便的方法是采用埋藏在小模型

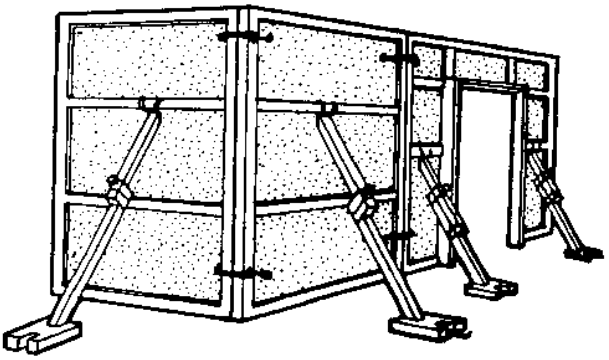


图 8.10 快速搭建简单的“居室”角落的方法是，把木板用 G 字形夹子固定在一起，然后在木板后面安置支撑物。

不同位置的管灯里的光纤。

器材和技术

你不仅要准备一个面积足够大的、出入便利的摄影室，而且还要具备基本的木工技能和一般的自我动手能力，以便搭建嵌板。若有可能，你不妨把建筑商的门和窗框拼凑起来。如果夹板和金属夹具便于隐蔽，你就可以用它们取代铁钉和螺丝钉。如果预算充足，你或许能雇用一个造型师考虑和搜寻必备的道具。不使用大片幅照相机和快速成像后背并没有多少妨碍(另一个可能性是使用租借的与电脑相联的后背)。你肯定得需要照相机移动调整，这样你就可以从较高或较低的视点自由地拍摄，从而避免垂直线会聚。准备足够的摄影室照明装置——钨丝灯或闪光灯，以便照亮场景的各个角落，而且由于光线可以从摄影室的天花板或窗框后面的墙壁反射过去，所以提供的光线较柔和。准备一盏照明足够亮的灯，这样你就可以减小光圈比便获得充足的景深，而不至于发生倒易律失效。切记，用闪光灯时，每按一次快门可以闪光和再充电多次。

实际上用中画幅或小画幅照相机拍摄比例模型或许较为简便易行，除非你需要相机具备很强的可调节特性。为增强真实性，缩小视点，使之与模型相匹配。如果视点与一个站立的观众等高(如拍摄一个按 1:50 的比例缩小的高出地面 1.6 米的模型)，你应使镜头中心点高出底座 3.2 厘米(即把 1.6 米分成 50 份)。广角镜头是最实用的镜头。要最大限度地缩小光圈，因为，景深小是极容易暴露被摄体的尺寸不同于原物的实际尺寸。

静物摄影所需器材

大画幅或中画幅照相机
标准镜头和广角镜头
摄影室用闪光灯或钨丝灯
测光表、彩色校正滤镜
偏振镜、照相机支架、一次成像后背
纤维光学照明装置

摄影室中的静物摄影

目　的

静物(即没有生命的物体)摄影的范围很广，包括：工艺产品实录、目录插图和纯属用于表现情绪和气氛的抽象影像。你的被摄体或许是供做广告之用的商品的某种外形，也可能是用于一个“场景设置”编辑插图或与杂志中的文章主题、图书的章节相配的封面照片。你或许将轮廓和外形的集合物集中在同一张照片中，它自成一体，可作为一件艺术品或一种社会性或政治性的表述。有时需要一个平淡简单的背景，以使轮廓清晰。然而在大多数情况下，你得设想出一个确实有助于反映照片内容的背景或场景，以便把你的被摄主体放在环境中，同时又不要喧宾夺主或混淆重要特征。

拍摄方法和组织

在摄影室拍静物，你可以完全控制拍摄现场。由于不受定额的限制，你可能因为机会多而从一种可能性换到另一种可能性。从而错过一些画面。这样有必要采取一种有条不紊的方式。例如，确定你所要拍摄的物体的最重要的特征，诸如，物体的外形，轮廓、质感、色彩等。或许被摄体本身会充满画面或挤出画幅边缘，这时你无需布景(如彩图 8.12)，另外，被摄体周围的空间也可能被道具或者适合的背景充满。简单常常就是最好的，在保证作品奏效的前提下，从画面中剔除的东西越多越好。在有些场景中，你不得不把背景中的很多物品纳入画面，这时通常采取的最佳方法是将它们穿插到一个具有令人满意的整体轮廓和形状的群体之中。逐渐调整好光线，同时要确定主光源的位置和特征。当你每次调节灯或物体的位置时，要回到照相机处检查一下这些变动在取景框中的效果。

当你拍摄产品、食物、鲜花等物品的宣传照片时，摆在你的相机前的特殊样品必需完好无损。虽然你不必去触犯那些保护消费者利益，避免受假冒产品之当的法律，但是为拍摄做好特殊准备仍不失为明智之举。例如，把食物加热到半熟状态以便保持其质感和色泽；用甘油给香肠和肉增加亮泽；为防止水果变色，在切开的水果上涂柠檬汁，以上措施均属合法。拍摄食品通常需要求助于家庭经济师的特别帮助，他们可以在你的摄影室里布置好餐盘。当条件许可时，你不妨准备两套样品，一套用于场景的布置，构图和布光，另一套新鲜样品作为开拍之前的替换品。

器材和技术

要想逐步提高静物作品的质量，就要考虑选用大幅或中幅照相机。这种相机还具备移动、旋转和倾斜等可调节功能。在进行实地拍摄时，为避免透视骤变和物体变形，你不妨使用标准镜头或焦距稍长的镜头。若想取得难得的戏剧性效果，就得使用广角镜头靠近

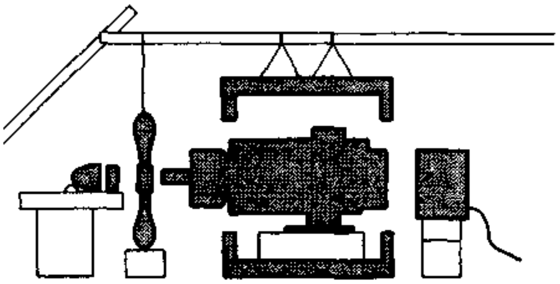


图 8.11 拍摄机械部件分解图时必须把各个零件之间的真正关系展示出来。要仔细排列和支撑零件，避免滑轮、绳索等物品的阴影落在部件上。最后要从画面中去掉支撑物，使背景呈现简单的白色。你可以采用电子修版、照片漂白或喷笔喷敷等方式去掉支撑物。

被摄体拍摄。如遇工作量大的拍摄任务——如拍摄邮寄订购目录，你不妨认真考虑选用数码后背，当你用它拍摄时，照片可以直接传输到摄影室的电脑屏幕上，这样你和图片设计师就能在现场将最终的、精致的跨页版面编排在一起。

在拍摄那些易被灯光的热量灼伤的精致物品时，照明器材的最佳选择是摄影室闪光灯。请准备一系列品质优良的灯头，尤其是柔光箱或大型反光伞。当你拍摄外表反光性很强的物体时，你或许必须搭建一个可使光线漫射的帐篷。而当你拍摄产品部件分解图时，就得把部件的后部垫高或用桥型台架悬挂起来(如图 8.11)。一般来说，拍摄体积很小的物体所占用的摄影室的空间比你料想的还大。切记，随着静物摄影的创意和拍摄手段的逐渐完善，拍摄静物所耗费的时间通常比拍摄其他大多数物体要多。

博物学摄影

博物学照片涉及的范围很广，从植物到鸟类、昆虫以及成群的野生动物。它们除被用于普通插图外，还会成为教育用出版物(如书籍、专业性刊物、展览)中内容详实的资料。因此这是另一个可以供你建立一种专业性题材图片库的领域。成功地拍摄博物学照片的秘诀在于，精确地再现被摄体及其生存环境，但同时又要使作品具有创造性，使非专业人员也能够欣赏。

拍摄方法和组织

涉足这一领域，除了必须熟练掌握摄影技术之外，你还需要具备(像生物学家、鸟类学家或动物学家所拥有的)特殊专业知识。这一点是非常有用的。在一年当中，你必须知道什么地方和什么时候能找到你选定的被摄体的最佳地点和时间，以及它们(动物和鸟类等)定时饮水和觅食的习惯。练习拍摄的地点可以安排在诸如蝴蝶养殖场、植物保护区或科学考察公园这类围场内，那里栖息着许多动物的优良品种并且其生存环境自然合理。动物园是拍摄动物肖像最爱去的地方，但那里的动物生存环境通常不太令人满意，而且“笼中物”的表现与栖息在荒野中的动物的行为一般有很大差异。(见彩图 8.13)

在拍摄动物和鸟类时，你需要具备善于寻找拍摄地点的能力，或者靠专家帮助。除了要善于偷偷地接近被摄物、富有预见性和极大的耐性外，你必须从有效的角度去拍摄你的被摄物，同时还要展示一种可资识别的动作。有时躲在隐蔽处观察、等候和拍摄你的被摄物更为合适。如果这个藏身之处不能保障长时间使用，那么你必

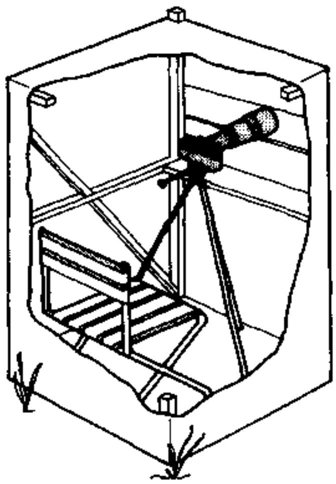


图 8.14 便携式摄影师隐蔽房屋应当长期提供能够容纳你和照相器材的足够空间。在这种情况下，长焦距变焦镜头非常有用。

须在一段时间之内逐渐将它搭建起来，以便动物和鸟类能够接受所发生的环境变化。每当你去那个藏身处时需要带上另一个人，此人总是没呆多久就起身离去，从而给你的猎物造成那个藏身处空无一人的印象。

拍摄花卉和植物时，要在自然环境中挑选完美的样品，强调突出其形状、结构和色彩。一般来说，把用于显示被摄物尺寸的比例尺收入画面是有助益的，构图时你可以把它安排在画幅的某一边，如有必要，最后可将它剪裁掉。拍摄博物学照片要遵循两条重要规则：一条是要详细记摄影日记，内容包括被摄物名称、拍摄地点和时间；另一条是切勿损坏或严重扰乱你所拍摄的植物或动物。

器材和技术

最好使用135相机拍摄大多数被摄体，因为这会使你有机会选择各种镜头。拍摄野生动植物时，使用长焦距镜头尤为重要，你可以从远距离拍摄到尺寸令你满意的影像，并且可以使用浅景深使被摄体从背景中突出出来。带有反光镜的相机携带轻便，便于握持。即便如此，一个重量轻且稳固的三脚架也是它不可少的。如果你的照相机或手持测光表能测取点测光读数，那么当你拍摄移动的鸟和动物而背景又随时变化时这种测光表则特别有用。在这种情况下使用自动对焦相机也很有帮助。

拍摄昆虫、花卉等生物时，你需要使用微距镜头。带软线的闪光灯对于近距离拍摄同样很重要，借此你可以采用小光圈来改善浅景深并且凝住动作。你要确保光束的方向能够起到强化物体外形的作用。当你在室外拍摄花卉时，你通常需要准备纸板用做防风屏，纸板要置于画面之外。然而，你要设法避免画面背景显出纸板来——巧妙的做法是在不会导致细节混乱的同时把一些有关鸟类栖息地的物品安排在背景中。

在拍摄诸如时常返回鸟巢或它们的觅食地的鸟类时，你可以在附近某个位置安装电机马达系统，若有必要还可把闪光灯算在内。然后，你可以从远处的藏身地——你用双筒望远镜观察动物行踪的地方——借助无线电或红外线脉冲启动照相机。有时，你也可以把红外线启动光束放在被摄物的必径之路之间，这样被摄物就会因触发红外装置而把自己拍下来。你可以在夜间拍摄怕光的动物，但条件是要把闪光灯的光过滤到只能发出红外辐射线为止，并且要使用红外胶片。

博物学摄影所需器材

35毫米照相机
微距镜头、标准镜头、80—200毫米变焦镜头
点测光表、马达卷片器
三脚架和夹具
闪光灯、遥控装置
笔记本

水下摄影

目 的

像博物学方面的许多其它被摄物一样，大多数水下摄影的目的是展示鱼游动物和植物，以便满足出版物对普及性知识的需求。但是，除了特殊的编辑用插图外，你或许还得拍一些从工业设备到时髦物品之类的产品的水下状态。另外还有一种水下摄影是记录水下残骸，用于满足人们对考古或船舶工程的兴趣。

拍摄方法和组织

你可以拍摄养鱼缸中的小活物、鱼和植物。如图 8.15 所示，你要选择好背景并使鱼在景深范围内游动，方法是另找一块玻璃板，用于缩小鱼缸前后壁之间的距离。然而，真正意义上的水下摄影是指摄影师携带器材潜入水底进行拍摄。除了要准备防水器材之外，主要问题是以水而不是空气为介质拍摄时所造成的光学变化。在水下，物体显得比实物大且距你更近些。因此目测距离和调焦就会受到干扰，除此之外，当你的眼睛——相机镜头的视场角缩小大约 25% 时，照相机同样会受影响。

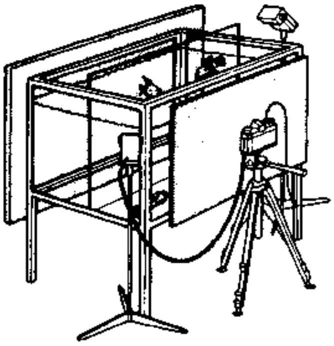


图 8.15 一个为拍摄而改造的鱼缸。挑选一个适宜的、色彩柔和并且不反光的背景，照相机周围的黑色纸板用于防止你和设备在鱼缸上形成映像。为使照明得到很好地控制，对鱼缸深处和两侧要用主灯和辅助闪光灯照明。

再有，随着潜水深度的增加，日光的强度会迅速减弱，成份会发生变化(失掉红色成份)。为获取最强的光线穿透力，你不妨在正午前后拍摄，这时日光垂直射入水面，而且水面的反光少。确定一下你的拍摄深度。在距水面 30 英尺的水下拍摄时，可以通过滤光镜校正蓝青色调，因此你要给相机配备一个 30 或 40R 的彩色校正滤光镜。如果你必须拍摄整个场景(只有日光能达到足够宽阔的照射幅度)，那么你只能在浅水里拍。你若在仅有蓝色微弱光线照射的水深层面近距离拍摄，要想展现被摄体的色彩，使用闪光灯和电池灯是唯一令人满意的方法。千万不要低估潜水和水下摄影的潜在危险，在水下拍摄时至少要保证有另外的一个人在场。

器材和技术

水下摄影所需器材

带防水罩的 35 毫米自动曝光照相机，马达卷片器。
21 毫米镜头
运动取景器
带有长支架的防水闪光灯。

带有直视取景器的水下用照相机体积小，使用方便，但其结构相对简单，尤其是用于近距离拍摄的照相机。供 35 毫米或使用胶卷的普通照相机用的防水罩既昂贵又笨重，但是你却可以取得与单镜头反光照相机同样精确的画面，而且你还能使用一系列镜头。切记，带有圆形摄影孔的防水罩引起光学变形的程度最小。你不妨带上最小号的面罩，这样你的眼睛就能尽可能近地贴近照相机的目

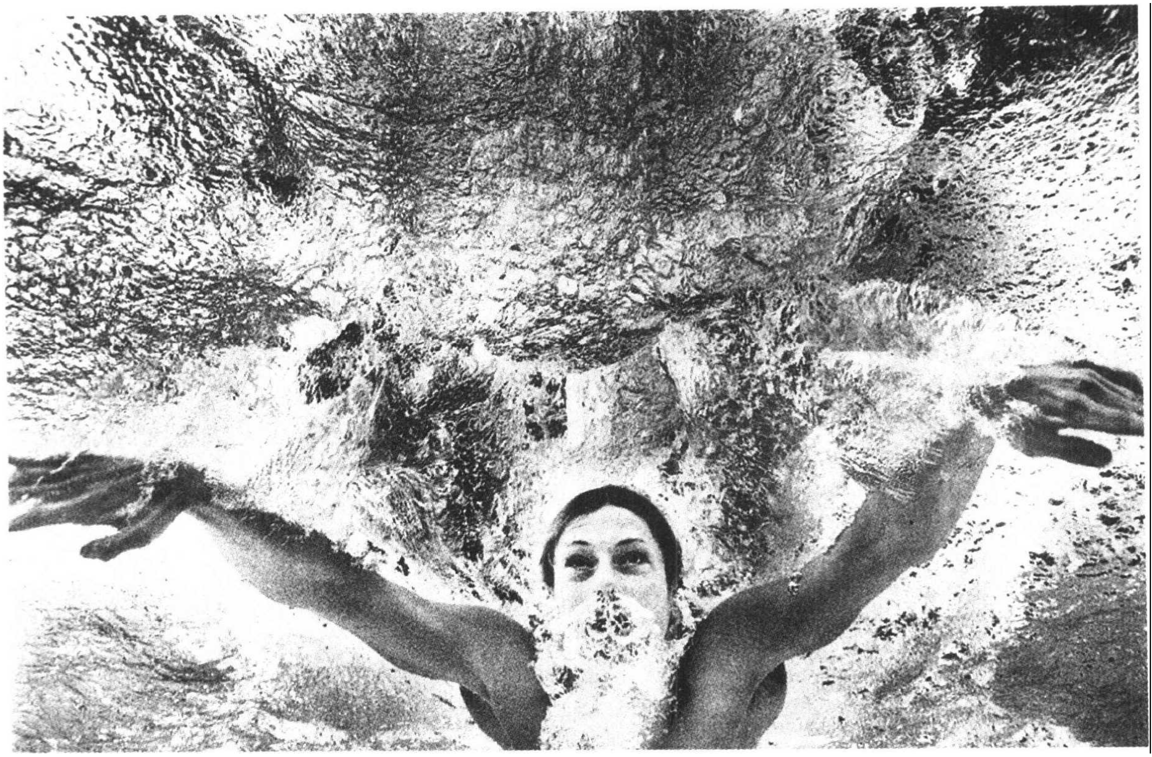


图 8.16　这是观察蝶泳动作的新角度，展示出奥林匹克游泳健将在水下呼气的情形。克里斯·克密斯用装有 35 毫米镜头的 35 毫米水下专用照相机蹲在游泳池内拍摄了这张照片。

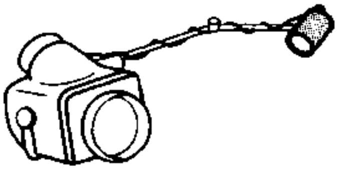


图 8.17　带有防水罩的单镜头反光照相机以及装在可调节长短的手臂式拉杆一端的闪光灯。闪光不应该从照相机射向鱼缸壁，而要从鱼缸底部射向鱼缸壁。

镜。如有可能，将普通单镜头反光五棱镜换成拍体育运动用的光学取景器，它可使你在几英寸之外看到整个调焦屏。

到目前为止，广角镜头在水下摄影中的用途最大。使用这种镜头，你可以在较近的拍摄距离内把一切都纳入画面，从而能更有效地避免因漂浮在水中的泥巴和浮游物引起的光线损耗和反差减弱等影响。例如，安装在 35 毫米相机上的最短焦距为 21 毫米的镜头，其视角在水下将减小到相当于水上 30 毫米镜头的视角。能见度低的水下拍摄环境还意味着，用相机上的闪光灯拍出的结果如同“雾里看花”。为此，你应当准备一个带有可伸缩手柄的防水闪光灯，以便使灯处于镜头光轴的一边，并且能靠近被摄物。水下摄影的一条普遍规则是：不要试图在比你的眼睛可见的最大距离 1/ 4 还远的地方拍摄。(见彩图 8.18)。

空中摄影

目的

在低空拍摄的地面照片通常用于建筑物和房地产、交通考察记

录、城市规划和拟议中的新开发地区的图片资料。当报道露天事件的大场面时，它也可以为新闻摄影提供机会。在考古方面，空中摄影(在黎明和黄昏拍摄的空中照片，那时阳光把大地的轮廓勾勒了出来)通常揭示出在地平面见不到的早期地层构造的痕迹。同样，用彩色滤光镜拍摄的黑白照片或在平淡光线下(在正午)拍的红外彩色照片不仅能揭示农作物遭受的病虫害，而且还能展示出表现地景艺术品作物的图案以及土壤深处的地理变化。所有这些照片在研究，信息传播和教育方面都具有使用价值。在较高的空中专门从事的空中测绘摄影为精确绘制资源配置和军事地图提供极为重要的参考。(高空测绘摄影是卫星远程电子成像的一部分。)在空中拍摄飞行中的飞机、气球等照片常用于技术记录。出售和普通新闻照片。(见彩图 8. 19)。

拍摄方法和组织

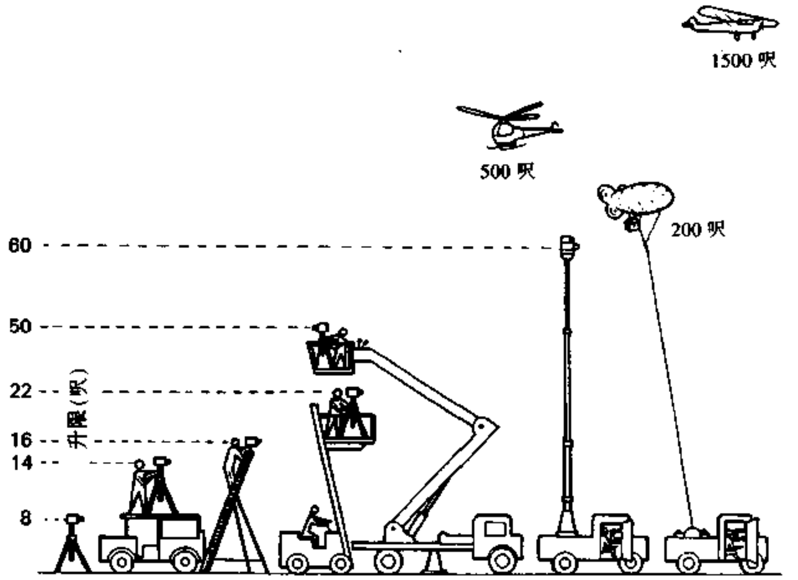
你可以把照相机安置在低空飞行(最高在 300 英尺左右)的飞机模型、气球或风筝中，并且在地面进行远程遥控拍摄。但若连续不断地拍摄精确度更高的图片、你就必须在空中从直升飞机、机翼固定的飞机或气球上瞄准目标进行拍摄。就控制在空中的位置而言，直升飞机较为理想，但租金昂贵并且会遭受震动的困扰。气球造价高，操纵起来的灵活性小得多，但它可以提供平稳的拍摄平台。你很可能有机会乘坐轻型飞机，或许是机翼较高的飞机在低空从事一般摄影，因为这种情况使你能有最大的能见度。拍倾斜图片时要把一扇窗移开，拍垂直画面时可借助机舱地板上的一个透光孔取景。

为使花费的租金发挥最佳功效，你要选择在能够产生你所需要的照明度的天气拍摄。例如，冷锋过后大气往往最为明净。为取得阳光照射被摄体的最佳方向和高度，你要确定在一天中的某个时间拍摄。如果飞行高度需服从有关规定，如，在乡村上空飞行的最低高度为 500 英尺(150 米)，在城市上空为 1500 英尺(450 米)，你就要同飞行员一道(结合焦距)策划最佳飞行高度。距地面越近，你与被摄物之间因光线漫射造成的雾气就越少，这样，你所得到的影调反差就更大，色彩也更纯正。你和飞行员之间的交流要达成明确的共识。飞行员的合作以及他对你所提出的要求的理解至关重要。

器材和技术

飞机模型、气球和风筝可用于承载一台带电动马达的 35 毫米照相机，你可以进行无线电摇控或通过与之相连的电线启动快门。当你看到相机正在朝向那个正确的大致方向时，就可以操作相机。但是，如果你用的气球和风筝的功率足够大，下面的做法是可行

图 8.20 照相机升降架和升降平台。如果拍摄地点不便于你站在照相机旁，你不妨用录像机监视视点（这里指相机装在桅杆和气球上）。



的，即：将一台小型闭路电视摄像机安装在照相机的目镜上，这样你就可以通过位于地面的监视器察看被摄物了。

坐在真实的飞机里拍摄普通倾斜照片所使用的最佳器材是一台手提式卷片航空摄影相机或一台配有标准和中等规格的广角和长焦距镜头的 35 毫米单镜头反光照相机。小片幅照相机的优势在于最大光圈的孔径较大，因为景深不是问题，所以使用的最佳自动曝光程序为快门优先。快门速度最小应设定在 1/ 1000 秒或 1/ 500 秒，光圈数则由相机的测光表读数来控制。

要用身体托住照相机或者把它放在一个特制的吊架上，不要将相机安置在震颤中的机身的任何部位。滤光镜的作用举足轻重，它可以增强黑白照片的影调反差，还可校正彩色照片的色彩平衡。最好将 UV 镜作为一种必备的附件与有效的镜头罩配套使用。

当从机身内向下俯瞰时，在多数情况下都要把垂直测量摄影机夹固在减震器上。这种摄影一般使用宽幅胶卷拍摄 23 厘米的方型照片，胶片通过一块紧紧压在乳剂上的玻璃片，并且玻璃片上刻有十字符号，其间隔为 1 厘米。把镜头焦距、飞机飞行高度和地速等数据连同每个画幅一一记录在案，这样你就能从冲洗出来的胶片中精确测量出地面距离。至关重要的是，飞机在你精心策划的航线之上以固定的高度和速度飞行，这样通过在固定的时间间隔内启动快门，你就可以使每张照片的重叠范围至少为 30°。你还能透过立体观片器观看所拍摄的一系列照片或透明片，或者把这些照片重叠拼接后展开，于是几幅地图就这样准备就序了。

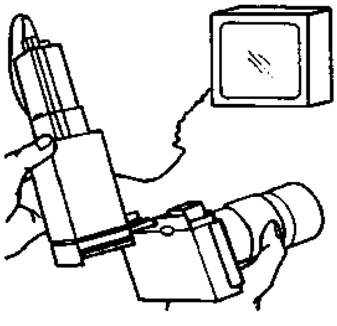


图 8.21 把摄像机装在一台 35 毫米单镜头反光照相机上，以此代替可移动的五棱镜。这样在远处的监视器上就可观察到画面的内容。

拍摄夜空

目 的

重要的太空照片主要是为使用专门设备的专家、科学家准备的。而非专业人士或许想拍摄夜空照片作为广告产品，时装的生动的背景，或使夜空成为风光片或建筑照片的一部分。(切记，即便如此，星辰照片一经印刷复制，任何比网目上的网点小的光点都会消失。)

拍摄方法和组织

要想得到最精致的夜空图片，你要选择在大气明澈并且又远离城市和公路的乡村进行拍摄，因为城市和公路的光会向上散射。你若想以夜空为背景拍摄某种产品，可用闪光灯单独给产品照明。如果你想给风景添加一些细微的意境，你不妨在光线昏暗(黎明或黄昏)时，当大气呈现最为明澈的状态下拍摄一系列照片。当天空放亮或变暗时，星辰的亮度恒定不变，这样场景会经历整个照明平衡变化的各个阶段。同太阳一样，当月球接近地平线时，其亮度看上去较弱。经过周密策划，你就能够在黎明或黄昏拍摄到月球表面细节的照片，而且把景物的大部分细节展示出来(最逼真的表现月球表面的照片通常曝光不足一挡半至二挡)。

器材和技术

长焦距镜头可以放大月球的细部，但奇怪的是，它对单个星星的影像大小只起到微乎其微的放大作用，因为星星离我们太遥远了。用望远镜头拍摄只会限制你的视场。在拍摄繁星点点的星空时，通常最好选用一台带有大口径光圈的中画幅或小画幅相机，装上高分辨率的标准镜头或广角镜头。这样你就可以在后期制作时将原片放大。切记，星光的色彩以及高悬在空中的月球的色彩实际上与日光一样，你不妨使用日光型彩色胶卷。

虽然大多数内藏侧光表(TTL)系统能测量出几分钟的曝光量，你或许还得反复试验并从失败的经验中找出合适的曝光量。用带有光圈优先程序的照相机试验曝光，然后确定该曝光所需要的时间，接着再用这个曝光时间进行包围法曝光拍几张照片。曝光时间越长，所记录下来的暗淡的星星就越多，而明亮的星星也就因此耀眼夺目。然而，在实际拍摄中，曝光量的选择还是受到以下4种因素的影响：

1. 地球旋转造成的模糊不清；

2. 镜头的聚光力(不是这种情形下的 f 数)；

3. 你所使用的胶卷倒易律失效(见图 4.19)；

4. 光线污染——天空整个背景的亮度，尤其是在城市附近。这种光线污染会以光的形式逐渐聚集在胶片上，使细节被埋没。

在任何给定的曝光量中，星辰影像的移动幅度取决于你所选取的天空部分和你使用的镜头焦距。当其他的所有星星都以每 23 小时 56 分钟旋转 360°的速率围绕北极星旋转时，北极星看上去仍然静止不动。当你用被牢固夹稳的 500 毫米镜头，把曝光时间定在 1 秒或更长拍摄星辰时，你得到的星星的影像很有可能是几条线而不是亮点，这是一项准则。若想拍摄出星辰静止不动的画面，你不妨借一台赤道仪座架，它带有马达驱动器和传动装置，能抵消因地球自转给照相机带来的摇摄。

天文摄影的另一个特征是，镜头的星光集结能力取决于它的有效光孔的“区域”，而不是相对孔径(f 数)。无论焦距大小如何，镜头口径越大，胶片在一定时间内聚集的星光光子的数量就越多。光圈为 f/ 11(有效孔径直径为 45 毫米)的 500 毫米镜头比光圈为 f/ 2(有效孔径直径仅为 40 毫米)的 80 毫米镜头的口径大。这同样也适用于像星星这类点光源，而对于诸如彗星或星云这类延伸光源来说，相对孔径 f 数大小)很重要。(见彩图 8.22)。

内容提要

●在从事体育摄影时，你需要具备体育知识，有预见性、耐性和快速反应能力。应选择拍摄人们的紧张情绪和他们的反应。占据有利视点和配备高质量的系列镜头——主要是望远镜头——是至关重要的。一台数字照相机，外加无线手提电话传送装置或许可以令你避免错过截稿期限。要捕捉那些处于运动之中和显示活力的动作，一般的方法是通过控制模糊、选择戏剧性的角度和抓取恰当的瞬间来取得。切勿依赖自动对焦和电动马达来创作佳作。

●一幅令人满意的有情节的纪实性照片需要进行调查研究，要有充足的拍摄时间来表达某种观点，另外，含有同情心的最终图片编排也不可缺少。最好的作品通常都是以人物为基础的。既要采取一种积极的、坚定不移的态度，又要对重大事件保持敏感。一台小片幅、不容易引起人们注意的照相机并使用现场光将避免使被摄者受影响。在近处用广角镜头拍摄可以获得戏剧性效果并有一种身临其境感，而且还能在狭窄的空间克服距离不够的缺欠。向后站用望远镜头拍摄能把远处和近处的各种成份较紧密地组合在一起。

●人像摄影(包括美化人物或揭示人物性格)创作可以在摄影室里，或者在被摄者生活和工作的环境中进行，以便丰富画面内容。对于需要突出表现的特征和姿势要心中有数。照相机的视点，你个人对人物的导演方式、布光和周围的环境——所有这些都很重要，但又不可一成不变，否则会有碍人物轻松自如并使人物之间显得不协调。拍摄时要使用比标准镜头稍长的镜头，使用影室闪光灯或现场光照明。

●对摄影师来说，婚礼摄影虽然难度不大，但却责任重大。你应同事主取得联系，仔细考虑一些细节问题，要对几个主要镜头事先构思。着装应大方得体，尽可能选取最好的背景。拍摄时既要心平气和又要保持权威之态，正式和非正式的场面都应兼顾。至于器材，你应准备一台中画幅照相机和三脚架用于拍合影，另外还要带一台手持的35毫米相机以便抓拍偶然事件。也可以考虑使用数码相机拍摄，以便事后对影像进行必要的处理。

●风光摄影种类繁多，从通过旅游照片反映个人艺术表现形式的作品到参观的地貌记录。照片可以表达抽象的感觉、概念，或者揭示社会生态环境。应制定拍摄计划，选择合适的天气和时间、距离和视点。用中画幅甚至大画幅相机拍摄，可以使你获得最佳影调和细节。不要忽视滤光镜的作用。

●建筑摄影除了满足房地产公司、建筑师或环境保护专家的需求外，建筑物的外形和质感还会被摄影师视为表达情感的主体。了解所选定视点的最佳光照时间——要避免在光线平淡和多云的条件下拍摄。注意观察黄昏时在灯光照射下建筑物的外观。室内陈设应力求简单，而且要消除过度不均衡的和色温混杂的照明。准备一台带有移动部件的照相机，一个高质量的广角镜头，闪光灯或照明灯具以及滤光镜。

●利用一套房间修建的摄影室场景可以使你毫无阻碍地布光和选择拍摄视点。已选定的道具意味着每个细节都在你的控制之中，但要避免给观众留下像似“博物馆”的错觉；切勿用强光。在拍摄比例模型时，为达到真实效果，你应精确地按比例缩短拍摄距离并尽量增大景深。使用带有移动部件的照相机。

●拍摄静物(广告商品、工艺品图片、编辑或招贴用插图)需要采取一种有条不紊的方法来对待一个被安全控制的拍摄现场。确定主体的重要特征，选择合适的、不杂乱的道具和背景，安排好灯光。通常越简单越好。对大多数拍摄而言，被摄主体必须完美无瑕。准备被摄的食物应有专业水准，为使食品外观赏心悦目，应把它加工至半成熟。要尽量用摄影室闪光灯和带有移动部件的照相机。如果你受委托拍摄大量的商品目录照片，不妨选用与装有排版

程序的电脑联接的数码相机。

●博物学照片需要把科学的精确性与强烈的视觉特性结合在一起，另外还需要对被摄体有一定的专门了解。研究符合被摄体习性的自然场景和拍摄时机。选择可增长知识的活动和背景。长焦距镜头通常是必备的。在拍摄某些动物和飞禽时，既可以从一个隐蔽处拍摄，也可使用摇控的或靠主体触发开启装置的照相机。使用微距镜头和离开相机的闪光灯拍摄鲜花或昆虫。随手记下有关被摄体的资料。

●水下摄影包括简单地拍摄鱼缸中的生物和潜入深水中拍摄两种。被摄体显得离你较近且体积较大。而镜头的视角比在陆地拍摄时要窄。自然光减弱变成单调的蓝灰色(在水下 10 米，30 英尺深处拍摄时可用滤光镜校正)。使用闪光灯可以再现真实的色彩，但要把闪光灯放在远离照相机的地方。应使用一台装有广角镜头的中画幅或小画幅照相机，照相机要装在一个带有圆顶型摄影孔的防水罩里。不要指望在你能看到的距离的 1/ 4 之外看清被摄体更多的细节。

●航空摄影包括建筑物、公路、以及文化遗址的倾斜照片，用于绘制地图的垂直考察，从空中拍摄其他飞机的照片。适当地选择照明、滤镜和特殊(红外线)胶卷有助于揭示通常在地面上难以见到的特征。乘坐直升飞机或高机翼轻型飞机，根据光线和天气确定起飞时间。使用手提式卷片航空摄影机或 35 毫米单镜头反光相机，选择快门优先模式(1/ 500 秒或更快)。检查一下垂直安装在飞机里和远程触发的照相机，记录下影像拍摄时飞机的速度和高度。

●拍摄一般用途的夜空照片最好远离城市的万家灯火，在大气明澈的地方拍摄。黄昏和曙光可使你对风景/ 星光/ 月球平衡做出最佳选择。拍摄星光闪烁的夜空时，应使用中画幅或小画幅照相机，使用光圈孔径大的优质标准镜头和日光型彩色胶卷。曝光量设定在几秒钟以上时，影像会因地球旋转而出现模糊(除非你备有赤道仪座架)。其他限制有：胶卷倒易律失效，镜头有效孔径区域和对天空造成干扰的环境光。

9

冲　洗

初学者使用单个手工操作的显影罐冲洗自己的黑白胶卷，用敞口盘冲洗黑白照片。

然而，随着经验的日益增长，在涉足工艺严格的彩色冲洗时，就需要考虑怎样才能把冲洗工作安排得最完善。样样事情都交给专业冲洗店虽然是明智的，但能否满足自己对作品的个性追求则不敢恭维，当然将有关彩色洗印的工作送出去，自己依然洗印黑白胶片和照片也是一种可取的方法。或许样样事情都自己动手，甚至扩展到为他人提供某些服务更是一种选择。自己完成各种洗印的好处很多：处理周期短，有严格的质量控制，日久天长会节省费用。从另一方面考虑，这样做一定要筹措必要的设备和维持工作的费用，最重要的一点是：必须使自己的工作质量达到市面的洗印效果，且稳定不变。

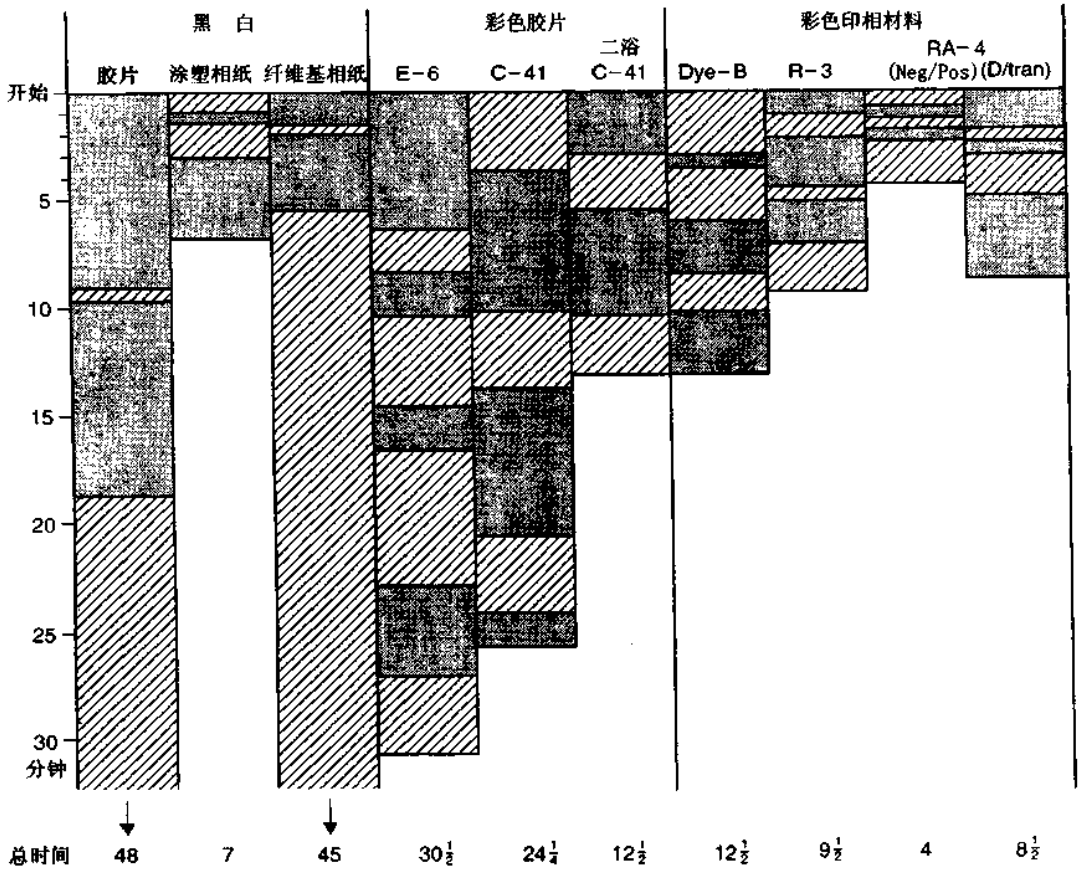
掌握好冲洗这一环节意味着对当今众多的胶卷、相纸，黑白和彩色冲洗方法都要有所了解。所以这一章首先介绍各种主要的冲洗工艺和必须注意的特殊处理。然后重点介绍使用化学药剂冲洗胶片/相纸的各类设备，它们的操作是否便利，稳定性如何，经济性如何，——这是无论何种冲洗都应达到的标准。操作者还应该动用某种手段经常监督自己的冲洗过程，这样可以在画面质量受到明显的影响之前发现种种变化的迹象和趋势。所以必须掌握最实用的监测冲洗质量的方法。本章中还介绍了如何使用显影补充液来延长药液的工作寿命，以及如何从用过的定影液中回收金属银，这些方法都能节省开支。

冲洗工艺

冲洗过程非常像现代生活中方便食品烹调。所需的各种成分事先都已包装成袋，包含在各种化学溶剂中和感光乳剂中；这些步骤是制造商在事先完成的，并不需要操作者了解化学药剂反应的细节，但是将每种药液调制成良好状态，并具有相应的效能是你必做的事情。这意味着在每次冲洗的各个步骤中，从头至尾都要实施正确的规程，掌握好计时、调温、搅动等操作。如果某些步骤出了偏差，就会毁掉昂贵的药液，也可能造成影像暗淡或苍白，反差失调，色彩晦暗，色调不均匀，画面玷污，划痕以及不能长久保存的影像，有时甚至得不到影像(例如：冲洗顺序颠倒了)。

图 9.1 冲洗各种胶片和相纸所需的步骤(包括排放及水洗)和总时间的比较图。注意冲洗时间的变化，请将黑白纤维纸基相纸的冲洗时间和黑白与彩色涂塑纸基相纸的冲洗时间加以对照。随着冲洗工艺的改进，冲洗时间会不断缩短，所需的步骤也越少。

图 9.1　简明地介绍了冲洗各种胶片和相纸的一般步骤。有一个时期，彩色感光材料众彩纷呈，有多少种材料就有多少种冲洗工



艺。如今，事情变得简单多了，事实上除了柯达克罗姆之外，所有的彩色反转胶片都采用 E-6 冲洗工艺处理，彩色负片则采用 C-41 工艺。负/正彩色相纸采用 EP-2 冲洗工艺，反转相纸或采用 RA-14 或染料——漂白冲洗工艺(气巴克罗姆)。这些冲洗工艺还有各自的简易配方，例如将其中几个有效步骤组合成一体。有些工艺是为微型冲洗设备研制的，目的是加速冲洗过程；其余还有为方便业余人员的一次性冲洗配方，它不是大型冲洗设备药槽中长久保存的那种药液。

如果不是一种全新的、需用不同冲洗工艺的重要感光材料即将推入市场，制造商们宁愿只做局部的技术更新：仅修改冲洗套药的配方以适应改进后的感光乳剂。这是因为商业冲洗店的冲洗机在一段时间内只能采用一种或另一种配方。相纸的冲洗工艺则由店家选用的相纸所规定，这是不言而喻的。然而，如果顾客使用的胶片种类众多，需要各种不同的冲洗药剂时，那么投资购买的新冲洗设备就不能仅仅限于加工新产品，而应具有更广泛的能力。

依据冲洗条件的不同，不管是小显影罐还是显影盘，是深槽还是冲洗机，配以什么种类的搅动方式，都决定了化学药液的稀释程度各有不同(有时是成分不同)。机械冲洗便利，但价格高，适合某些场合，且效果比其它方式要好。曝光后的感光材料多种多样，重要的是记牢它们在冲洗步骤和限制上的不同之处。下面总结出的冲洗工艺是当今有代表性的类型。但所有这一切时时都在做细小的变化，多数变化是减少(冲洗)时间、一般的变化则是为了操作更便利。

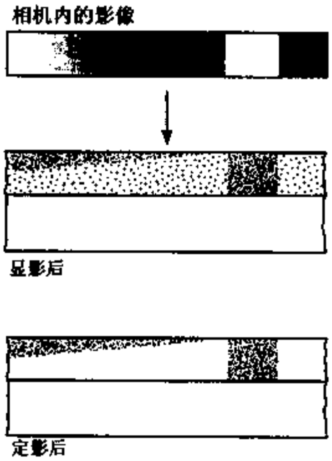


图 9.2 黑白冲洗工艺基本示意图 显影使光线照射过的卤化物还原成黑色的银。定影使残留的卤化物溶解，水洗时可以从感光层中除去它们。

黑白银盐底片

黑白胶片变成底片只需要简单的操作：显影、停显、定影和水洗。但是和冲洗其它感光材料一样，一定要精心处理才能获得高质量的底片。就显影药来说，可供选择的药液很多，从软性低速类型(例如 Perceptol)，普通微粒类型(例如 D-76/ ID11 和 HC-110)到高锐度或增感型，以及高 pH 值(酸碱度)的强反差显影液(例如线条显影液或高反差显影液)。

当然，并不是所有的药液都适合各种胶片。除特殊用途(高反差胶片等等)之外，选择两三种最适合拍摄主题的显影液——这需视影像而定，用它们配合最常用的胶片。例如，在低照度、低反差照明条件下，ISO400/ 27°的胶片使用增感显影剂可使感光度提高到 ISO3200/ 36°。当然，还得接受由此带来的粗糙颗粒和影调层次的损失。同样的胶片用 D-76 冲洗，可以在感光度、颗粒性、分辨率以及影调之间得到较好的兼顾，通过调整显影时间还可以很容地改变被摄体不同的反差状况。然而，为了获得低速胶片最细腻的

颗粒和最丰富的影调，可以偏爱于高分辨率显影液，例如 Rodinal（玖红醇）；也可以用这种显影液配以高速胶片来获得“粗颗粒”效果(参看《基础摄影教程》第 11 章)。

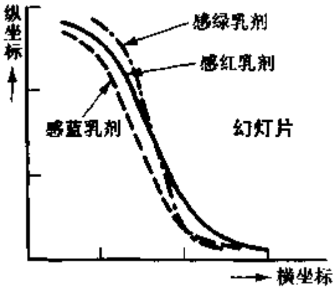
有时候，需要选择一种显影液——它的性能随稀释程度的变化而变化。如果工作条件迫使拍摄者必须在外景场地冲洗，那么选择用后即弃的一次性药液是十分必要的。相反，对于摄影室的工作，你也许需要可以在深槽内保存三个月之久的显影液(加用补充液)。和彩色冲洗不同，黑白胶片的冲洗具有极大的灵活性：从药液到感光乳剂，从药液浓度到显影时间都可以选择或调整。对多数配方来说，药液温度可在 18—24℃之间选择，同时可以通过调整显影时间予以充分补偿。

彩色幻灯片和透明正片

反转冲洗的第一个阶段(彩图 9.5)会在胶片的每个感光层中形成银的黑色负像。(剩余的感光乳剂在随后的阶段变成彩色正像，然后除去全部黑色金属银。)所以，你可以调节首显的时间，来补偿拍摄时对胶片速度的提高或降低，这非常像冲洗黑白材料。同样，显影时间的长短影响最终画面的反差。然而，要记住：提供的调整范围非常有限，这和黑白底片不同，此时冲洗出来的胶片就是最终完成的画面。调节超过了某一点，影像就能显出偏差：颗粒较粗或色彩比较平淡，暗部灰白以及有些偏色，具体情况随胶片牌号与类型的不同而不同。另外，不能为获得较细的颗粒，较高的锐度，额外的感光度等等而选用其它显影液，这些也与黑白冲洗不同。温度也是至关重要的因素。

对 E-6 冲洗工艺来说，绝大多数胶片都在感光乳剂中含有成色剂(内部成色剂)，下一个步骤是用化学方法灰化留在胶片中银的所有卤化物。随后，彩色显影液将这些卤化物转变成黑色金属银，形成的副产物和每层感光乳剂中的不同的成色剂一起生成黄、品红和青色的染料影像。用这种方式生成色彩的过程通称为彩色显影——染料的多少直接和彩色显影剂生成的银粒多少相关。在这个阶段，复杂的化学交叉反应(例如显影抑制剂的释放，见第五章)增强了影像的品质，所以彩色显影必须严格按照规定操作。

再下一个步骤要除去不需要的残留物，即黑色银粒形成的负像和正像，它们交织在一起使胶片依然完全不透明。漂白使银粒又变成银的卤化物然后定影。(压缩了冲洗时间的三浴 E-6 冲洗工艺，将漂白和定影组合在一起，它们同在一种溶液中时，同时使用了更复杂的配方以保护它们的性质。)漂白的后期可以在正常光线下进行，因为此时已没有任何感光反应来灰化胶片了。随着黑色的衰



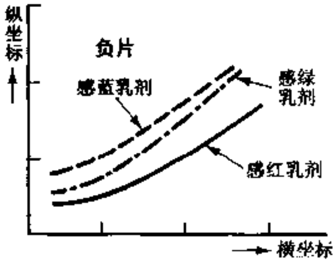


图 9.3 有误的冲洗过程可能使彩色反转胶片(上)和彩色负片(下)的特性曲线相互交叉。幻灯片的暗部会出现品红的色泽，强光部位则出现青的色泽。用这种负片印放彩色照片，为校正画面的苍白无力而过滤曝光光线时，较暗的色调部分愈发呈淡绿色

退，你将首次看到颜色的出现。随后，可溶解的副产品和吸附的药液被水洗干净。最后，稳定药液使胶片处于化学缓冲状态，它改善影像的染料、防止退色。

所有这一切听起来复杂，但它们比仍在使用的、老式的柯达克罗姆冲洗工艺已经省略了许多步骤。柯达克罗姆中不含有成色剂，所以每个感光乳剂层一定要分别灰化，并且分别进行黄、品红和青色的彩色显影。由于有 20 多个步骤(包括使用彩色灰化光)，所以这种工艺必须在工厂用专用设备和严格的技术控制才能完成。

彩色负片

这种冲洗工艺的第一个步骤是彩色显影(见彩图 9.7)。感光乳剂上凡受到光线照射的部位会形成黑色的银粒和三种不同颜色的染料。在显影过程中(以及随后的除去银粒及稳定步骤中)合成色罩也会发生细微的变化。操作适当时，冲出的底片会在反差范围，及对蓝、绿、红光的不同吸收诸方面都和同一厂家生产的负/正彩色相纸的特性相符。冲洗不正常会给印放阶段带来问题(例如，温度控制不严格，为调节胶片 ISO 或光照反差采用了增感或减感操作)。这种底片肉眼看去一切正常，但与相纸配合就会产生问题。它们的特性曲线会产生交叉(见图 9.3)，这意味着在照片强光部位上有一种色泽，而且画面色调苍白无力以及其它种种问题，暗部则有不同的色泽。什么滤镜都不能在放大时校正这些偏差。所以，绝对稳定的胶片冲洗过程很重要。

发色(染料影像)黑白底片

染料型黑白胶片的数层感光剂中含有成色剂，所以可以像冲洗彩色负片那样冲洗这种黑白胶片，操作起来很方便。其效果呈一种棕黑色的暖调——染料层组合在一起具有丰富的影调层次，同时，曝光宽容度也较大。然而，由于影像的颜色与物体的色彩不相关，所以可以自由灵活地改变显影时间来调节胶片的 ISO 数值和反差。在不能按彩色配方冲洗的条件下，这种胶片可以采用正常的黑白冲洗配方。此时，黑色银粒替代染料生成负像。胶片的感光速度减慢，曝光过度部分的颗粒比染料影像形成的颗粒明显增大。

胶片、冲洗液的搭配

采用为其它胶片设计的配方冲洗另一种胶片，结果是多种多样的。图 9.4 列出了相应的效果。这是一种得到“非常规”彩色影像的方法——产生典型的高反差底片或平淡无力的幻灯片。有些时候，误操作导致了非正常的胶片与药液的组合。如果是彩色胶片冲

图 9.4 胶片采用错误的配方冲洗会发生什么?"普通的"的黑白胶片指的是银盐胶片而不是用 C-41 工艺冲洗配方的染料型胶片。

胶片	冲洗配方	获得的结果
普通黑白片	E-6 或 C-41	透明无物
幻灯片(E-6)	C-41 黑白片配方	高反差，无色罩的彩色负片，平淡无力的黑白负片*
柯达克罗姆	E-6 黑白片配方	透明无物，带有防光晕层的黑白负片**染料影像依然可见
彩色负片(C-41)	E-6 黑白片配方	反差低、偏青的幻灯片，没有色罩。淡淡重影的黑白负片*，具有色罩的颜色。

*可以挽救成彩色负片，见正文。

**用浓度大的快速定影液加 8 克/升柠檬酸处理可除去。

成了黑白底片，那么至少还可以印放出黑白照片。假如用 E-6 或 C-41 工艺冲洗的胶片使用了黑白药液冲洗，这种情况下常常可以将底片挽救成彩色负片，将黑色银粒漂白成银的卤化物，用强光进行灰化，然后再做 C-41 彩色负片冲洗的全部操作。要想得到最新的有关资料，请和胶片的制造商联系。无论哪一种非正常冲洗，都势必会改变胶片的感光度(ISO)。如果你有意使用这种技术的话，就必须进行试验以便掌握胶片的有效感光度。

黑白照片

和胶片相比，只有少数显影药是针对印放相纸而设计的，它们活力很大，具有快速显影方式。筛选出它们的原因主要考虑这些药剂所生成的黑色银盐影像的“色彩”，而不是其它因素。通常，不管是纤维片基相纸还是涂塑(RC)相纸，PQ 型显影剂在溴化银相纸上形成中性的黑色。涂塑相纸显影非常快，因为显影剂已结合在感光乳剂中，从而加速了可视影像的形成。这种不吸收药液的纸基还把带到下一步骤的药液减少到最小程度——特别是水洗阶段，所以操作时间非常短。

其它用于氯溴化银相纸的抑制型显影剂可以生成冷黑至浓褐的色调，具体色调根据化学配方的不同而不同。少数 MQ/ PQ “万能型”显影剂是为黑白胶片和相纸配制的——用于相纸时稀释的倍数要少。通常，相纸显影的时间应固定下来。显影不足会使照片的阴影部分发灰，影调暗弱无力；显影过度则由于灰化作用使纸基开始发黄，强光部变得无光泽。显影之后，相纸可以浸入胶片用的停显液和酸性坚膜定影液，虽然这种定影液通常可做较大的稀释。

用(负)底片制做彩色照片

用于负/正感光材料的双液显影冲洗很像缩短了过程的彩色负片冲洗。所有的彩色相纸都是涂塑纸基。在重要的第一阶段，彩色显影剂在感光后的乳剂层中生成了黑色银粒和副产物，在每一感光层中成色剂的作用下，后者变成青、品红和黄色影像染料(见彩图9.7)。接下来，漂白一定影使银粒变成可溶的化合物，最后阶段的水洗将除去它们。

这一过程中计时要求严格，专业冲洗药的显影温度也很重要。然而，有些业余型彩色洗印药采用了专门的配方，可以在20—38℃之间操作，而其它的某些配方既可以冲洗彩色负片，也可以冲洗彩色相纸，但整个冲洗时间要稍稍延长。保证每张照片的质量稳定不变非常重要。冲洗因素的变化将带来偏色、影调的不足和画面的瑕疵。这可能完全破坏了放大中使用滤光片和调节曝光来控制结果的意图(见第10章)。

你可以使用片基材料(例如，杜拉正片材料)从彩色负片制作彩色透明片。这种材料处理和曝光很像单张的负/正相纸。使用的彩色药剂也一样，只是各步骤所需时间不同。这是制作供展览灯箱用的大幅透明正片的有效方法。

用幻灯片放制彩色照片

直接用彩色幻灯片和透明正片制作的正/正彩色照片，根据相纸种类可用两种完全不同的方法冲洗。最常用的两种相纸是(1)气巴克罗姆，它需用染料一漂白冲洗工艺。(2)反转相纸，它的冲洗步骤与前者有很大不同，类似冲洗幻灯胶片。

气巴克罗姆型相纸可以把原来就存在于感红、绿、蓝乳剂层中的青、品红和黄色染料层生成得更完全。见彩图9.6。放大机将彩色幻灯片的影像投射在气巴相纸上。染料一漂白冲洗过程的第一阶段中，根据感光的多少，使用黑白显影剂在每种感光层中生成黑色的银影负像。第二个化学步骤是漂白——除去银粒和银粒存在部位的染料。下面一个步骤是通过定影溶解漂白时生成的副产品，最后用水洗除去这些物质。没有漂白的染料存留下来，形成了与幻灯片一致的彩色影像。

染料一漂白材料的优点是：和那些化学成色形成的染料相比，原本就存在的染料色彩更纯正，保存得更持久。影像轮廓清晰，色彩丰富使得这种材料很适合制作商业用途的照片。然而，由于染料的存在，它对光照有阻挡作用，所以这种材料对光线的反应相当迟钝，且漂洗药液也比其它冲洗溶液有更多的毒性。有些染料一漂白

的冲洗套药允许改变黑白显影阶段的参数来调节反差；稀释药液降低反差，延长显影时间增加反差。

反转型彩色相纸具有常规的含有相应成色剂的感光乳剂层，反转冲洗的步骤比染料—漂白工艺要多。各个步骤很像彩图9.5中的步骤。首先，显影形成黑白负影像，经过停显，保留下来的感光剂被灰化，通过彩色显影生成黑色银粒和染料的正影像。随后的步骤是漂白/定影，水洗掉全部银粒并对照片做最终的稳定处理。这种化学药液对温度的要求很严格，同时也不希望操作者通过调节首显来控制反差或改变任何步骤的时间。(记住，还可以用幻灯片经过中间底片制作照片。)

应注意的要点

无论采用哪种冲洗工艺，必须掌握的关键是：

温度、计时、搅动、安全的操作、化学反应的条件

温　度

如果希望冲洗质量稳定，必须严格控制温度。对于每种药液来说，数量多比数量少更能维持自身的温度，虽然药液的温度主要依赖于室温和暴露在空气中液面的多少。只冲洗少量胶卷，用完即弃的药液量较少，很容易加温到规定的温度，但是如果将它们灌入较凉或较热的显影罐中时，温度同样会立刻发生变化。所以将药液放在单独的容器里，浸在规定温度的水或保温套中，有助于控制温度，避免产生问题。

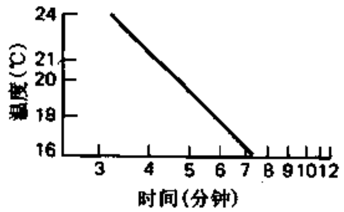


图9.8　用于黑白显影液的时间/温度曲线。图中显示在20℃下显影4分半钟可得到正常的密度和反差。在16℃到24℃之间，温度的变化可用变换显影时间来给予充分的补偿。

对黑白手工冲洗操作来说，所需的温度在正常的室温范围内(温带)。如果不得不使用比规定高或低的温度，请参看图9.8——时间/温度关系表。对特定的药液来说，该表反映了如何调节显影时间来补偿温度的变化。然而，调节不能超出上限或下限——由于一种药液的某些化学作用会大于其它作用，因此冲洗特性也要改变。彩色冲洗的药液温度通常高于黑白冲洗温度，此外，温度容许变动的范围也较小。超出了这些限制，变化要影响各个感光层的显影速率，所以有可能因色彩不平衡而造成失败。

在不能保持冲洗温度恒定的情况下，可以采用一种称之为“温度渐变”的方法。也就是说，冲洗启始的温度为规定范围的上限，这样虽然药液温度逐渐下降，但在结束时仍不低于允许值的下限。

计　时

精确的计时和严格的温度同样重要。手工冲洗时，分配给每一

步骤的时间要精确，包括10秒钟的排液(相纸为20秒钟)，目的是避免把该药液带进下一种药液。机械冲洗的计时有所不同，取决于设备的搅动方式。对黑白胶片来说，增加或减少显影阶段的时间(不是彩色显影)可提高或降低胶片的感光度，是补偿拍摄时的曝光不足或曝光过度的最好方法。彩色幻灯片可以提高两挡或降低一挡而没有副作用——假设这也适合拍摄主体的反差。黑白胶片能够提高或降低得更多。在这两种情况下，快速型胶片对提高感光度的冲洗(强迫显影)最敏感。

搅 动

和前面讲过的内容比较，控制好搅动，特别是显影阶段的搅动，则显得重要得多。搅动过少，反应不均衡，底片上强光部位密度不足。反应中的副产品在感光乳剂中扩散太慢，会形成条纹。搅动太多可能造成不均匀的“流动痕迹”，特别是在胶片的齿孔部位。过量的搅动还会使多于正常冲洗的新鲜显影液接触感光乳剂，强光部位形成过量的密度。在彩色负片显影中，过多的搅动对各感光层中产生的副产物有影响，生成过量的染料。这些弊端在设计良好的冲洗机里，在自动充氮深槽冲洗线上都得到了解决。在手工冲洗过程中，如果精神不集中或漫不经心而忽视了搅动，往往会造成冲洗质量的不稳定。对于特定冲洗药液或套药来说，应严格遵守其规定的搅动。

物理性损伤

要记住操作对象是很薄的明胶片，当它吸收了液体，在湿润、膨胀状态下特别娇嫩。在冲洗之前，以及装片或剪裁的过程中，四溅的药液及潮湿的手都有可能造成麻烦。对感光材料而言，搅动时与药槽四壁的接触，或保养不良的冲洗转动机械都能对它们造成危害。在所有的步骤中，干燥过程最容易出问题，如果清洗用水不洁净或未过滤，干燥用空气中含有绒毛、灰尘等，就会在药膜上留下痕迹。揩去胶片上的水份时，若用具上混有沙粒，就会划伤胶片的药膜。当胶片干燥或接近干燥时，那些不均匀的干燥方法或四溅的水花都会在胶片上留下永久的不均匀痕迹。实际上，各种冲洗工艺

ISO 400 胶片曝光为	ISO 1600 胶片曝光为	需要调整的程度	=	显影时需要延长时间的百分比
ISO 400	ISO 1600	无		无
800	3200	迫冲1挡		+15.4%
1600	6400	迫冲2挡		+31%

图9.9 强迫冲洗彩色负片可以通过延长显影时间来实现。有一些胶片可以通过这种方法迫冲后能达到可接受的效果。

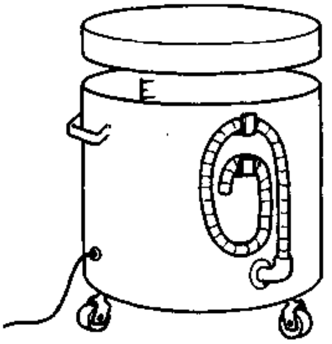


图 9.10　对滚动传送和类似的大容量冲洗机来说，这是一台常用的化学药液混合机。内部的泵和软管可把混合好的溶液输送给冲洗槽或储存罐中。

显影液	盘式	深槽(用可上下调节的盖子盖好)
D76	24 小时	1 个月
HC110		
(1+15)	24 小时	1 个月
(1+31)	12 小时	2 周
Lith	4 小时	24 小时
D8(Line)	2 小时	2 天
C-41		
(dev)		4 周
(其它)		8 周

图 9.11　典型显影液的工作寿命

都在某个步骤中采取了坚膜措施，但这并不排斥精心的操作以及对设备的认真清洗与保养。

化学药液

本节的重点是介绍药液的正确配制、防止污染和避免使用乏力的药液。所有常规的冲洗药剂都已加工成兑水就可以使用的形式，但配制步骤要求每次操作都应倍加小心仔细，特别是溶解药粉的时候。其顺序若发生颠倒，有些化学成分或液体根本不能溶解或析出不期望的沉淀物。如果配制时的水温比规定值高许多，某些化学成分就会遭到破坏；温度太低则某些成分不能被溶解。总之，最好的混合是将药剂倒进规定总量的三分之二的溶液中，当每一种药剂全部溶解后，再倒进剩余的三分之一液体。在配制过程中，搅动必不可少。搅动一定要使用惰性和不吸水的搅拌棍——不锈钢或塑料的。搅动不可过分，否则大量空气会进入药液，氧化可缩短药液的寿命。建议查看健康和安全条例。配制要在通风良好的环境下进行，戴手套，别俯身在配制的药液上方。对漂白和稳定液来说，这些规定特别重要。

冲洗和配制药液时，避免两种液体间的任何交叉污染。在配制完一种药液又要配制另一种药液前，要彻底清洗使用的器具、量具、瓶子和瓶盖以及温度计。为了安全可靠，配制套药时一定要像冲洗过程的顺序那样，从配制显影液开始。(虽然令人生厌，但冲洗操作对“后面步骤”的污染或多或少总会有所发生。过程相反的污染是灾难性的——不得不把大量昂贵的药液倒掉)。一定不能让胶片夹、温度计等用具把一种药液带进另一种药液。

●避免皮肤长时间、反复接触药液。

●配制及清洗设备时需戴护目镜，否则冲刷溅起的水珠会把有害的物质带进眼睛。

●装过化学药剂的容器绝不能盛食物和饮料。

●通风要良好，特别是冲洗温度高于 30℃ 及采用染料漂白药液时。

●如果有人误吞入了冲洗药液或化学药剂，应马上漱口、喝大量的水并去看医生。

药液一经使用就开始变质，放在没盖严的容器中也会如此。从这个角度看，用后即弃的方式具有很大的优点。然而，每次冲洗后就倒掉的代价是昂贵的，对大容量连续冲洗的机械方式来说，这种做法也不切合实际。显影液的储存罐(或没使用的深槽式冲洗罐)应用能上下变动位置的盖子盖好，这样能使药液最低限度地接触空气。随时登记放入一种药液的感光材料的总量，因为厂商对药液能

胶片型号	面积(近似值,米²)
35毫米(24张)	0.042
35毫米(36张)	0.056
120	0.05
4英寸×5英寸	0.013
5英寸×7英寸	0.023
8英寸×10英寸	0.052
每平方英尺	0.093

图9.12 常见的各种胶片、相纸的面积。供补充药液或终止使用药液参考。

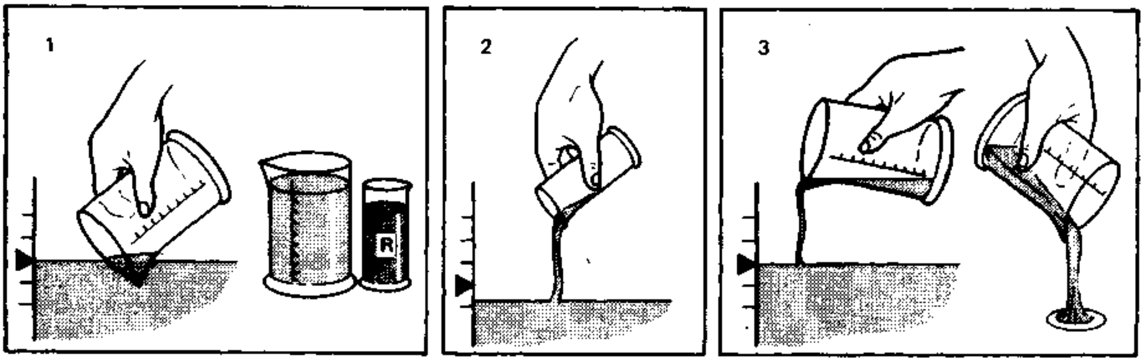
冲洗的最大量有规定，应做到不超过该值。由于反复使用，显影液效力会降低，延长显影时间可以给予补偿，但更好的方法是加用补充液。

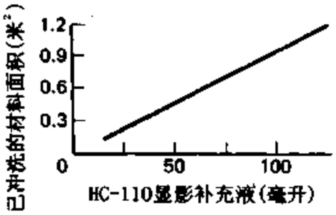
补　充

补充的含义是为使用多次的黑白或彩色显影液增加化学成分，延长它们的使用寿命。也可以对漂白液和定影液进行补充和“再生”(请参看本章“银的回收”一节)，但停显和稳定液的寿命相对来说很长，且价格便宜，所以药力用尽后就应全部倒掉。对指定的显影液来说，补充液(粉)也是特定的，它的作用是代替那些最容易耗尽的成分，诸如显影过程中的显影剂。它还必须具有很强的效力，中和掉胶片和显影剂之间形成的副产品——这些物质在使用过程中逐渐积累，降低了显影作用。补充剂的使用量按原药液的多少来确定，要仔细计量原药液的数量。补充过多或过少都会严重改变原药液的性能，失去了保持冲洗质量恒定的意图。

为了精确地补充手动深槽式显影罐中的药液，应记下冲洗过的胶卷总数或相纸的平方米数(见图9.12)。然后按照药剂给出的说明和罐槽的尺寸增加规定的补充液。如图9.13所示，操作过程中一定要先盛出一些正在使用的药液，目的是留出补充用的空间。深槽式冲洗机有补充液存储罐，机器自动泵入补充液。槽中保留的正在使用的原液则溢出，排放掉。补充液的用量取决于调置的速率，机器上有一个传感器，它计量通过机器的感光材料的真实长度和平均宽度，据此启动补充装置。为了做到真正精确，还需要了解真实影像有多亮或多暗。例如，曝光严重过度或白色背景物体的底片消耗药液的显影力比暗色物体底片的要快得多。尤其是在大量冲洗的时候，避免补充过量或不足的最好方法是让药液通过冲洗监视系统(参看本章“控制冲洗参数的样条”一节)。

图9.13 补充方法
1)用容器(量杯)取出冲洗槽内液体。取出的药液比准备加入的、计量好的补充液(R)要多。2)将补充液全部加入原液。3)倒回部分取出的原来药液，加至规定的容积，随后倒掉剩余的原始药液。





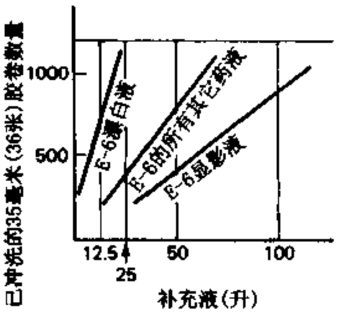


图 9.14 补充速率图
上：小容量深槽中黑白显影液的补充图。下：大容量连续机械冲洗的反转彩色显影液的补充图。

有些时候，深槽显影补充剂的说明并没有指出每平方米胶片添加补充剂的速率。那就简单地填充，加到原来药液的液面刻度为止。对于定影液和漂白液，可以用适量新鲜的原来药液补充，也可以添加专门配制的补充液。定影和漂白的作用使银盐在这些溶液中逐渐积累。金属银能真正回收并出售，经过补充的“再生”溶液还可以用于冲洗胶片。当然，无论怎样精心地补充，每种药液最终还是要走到乏力的终点，必须倒掉。总之，补充就是尽可能长时间地保持药液平稳地工作，以便获得最大的经济效益。

设 备

完全由机械控制的冲洗操作能满足稳定的、温度控制严格的冲洗要求，例如冲洗彩色负片、彩色反转片和相纸。它也适合黑白涂塑(RC)相纸的冲洗。另一方面，在黑白底片和纤维基相纸的冲洗中，由于能对显影液感光乳剂做多种组合，所以手工冲洗依然有它的吸引力。对散页胶片和胶卷来说，手工冲洗很容易调节显影时间，能满足拍摄时采用了区域曝光方法的需要(参看第七章“区域曝光”一节)。

如果侧重考虑机械冲洗，首先应考虑加工数量和所有的感光材料的类型。少量冲洗和偶尔冲洗的时候，选用一次性小包装的药剂最合算，特别是用同一包套药处理彩色胶片和相纸时更是如此。另一种情况是大型全自动的冲洗机，感光后的材料在暗记中送入机器，机器的另一端在明室中，输出的是加工好的干燥成品。如果它的加工数量不充足，事实表明这种加工既不稳定，费用也昂贵得惊人。图 9.15 从技术性能和经济两方面比较了手工冲洗和机械冲洗的优点。

盘式冲洗

对少量的黑白相纸或散页胶片来说，在开口盘或开口槽中手工冲洗仍是实用的方法。这种方式很灵活：冲洗过程中在安全灯下查

手工冲洗	机械冲洗
●灵活	●稳定
●资金投入低	●便利
●药剂消耗费用少	●加工量大
●可以长时间空闲	●每张胶片/照片成本低
●有利于对冲洗的控制	●劳动强度小
●没有机械故障的风险	●可处理大卷的胶片/相纸

图 9.15 手工和机械冲洗的各自优点

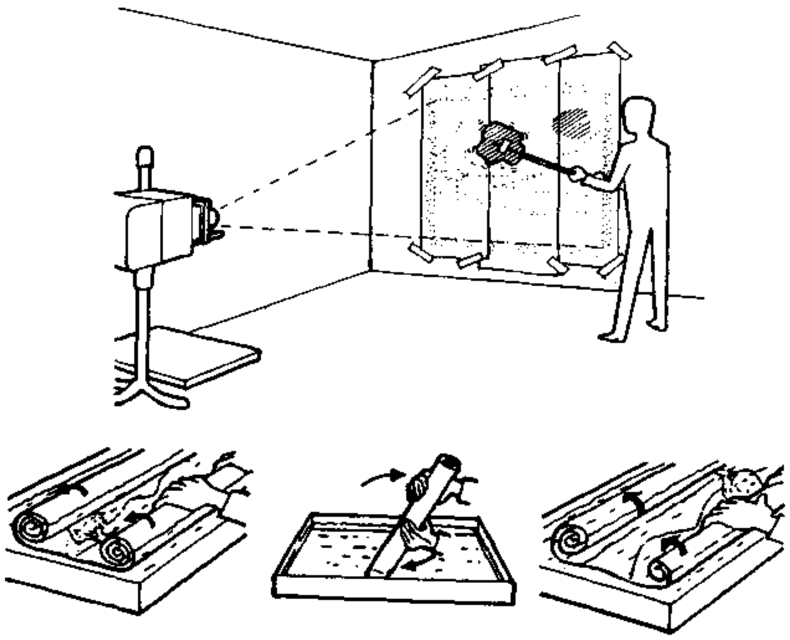


图 9.16 超大黑白照片的制做(照片壁画)照片的长度可根据需要从卷纸上截取，每两条相纸要有少许搭接，放大机置成水平状态投影曝光。下：将大张相纸卷成筒状在装有稀释显影液的水槽中手工冲洗。冲洗过程中保持纸卷向自己的方向收卷。完成一个循环后将纸筒左右倒置，再次向自己的方向收卷。人们越来越多地使用喷墨打印机制作大幅照片，见图 11.29。遮挡可作为影像数据的一部分事先设定。

看效果也很容易。使用的冲洗药液相对较少，其中包括短寿命的高反差显影液。购置设备的费用便宜。超大张照片可按图 9.16 那样卷成筒状在装有稀释显影液的大盘中冲洗。然而，槽式、盘式冲洗不易做到洁净，不利于健康(会吸入化学气体)且不能做到质量高度稳定。药液氧化快,同时容易混淆。盘式冲洗不适宜各种彩色工艺。

冲洗槽和槽式流水线

用手工罐(槽)冲洗胶卷或散页胶片是最经济实用的方法。它一次可同时冲 1 ~ 3 个胶卷(片)(见《基础摄影教程》)。更进一步的方法是一种可移动的深槽，每只的容积为 15 升(见图 9.17)，使用时放在可以调控温度的水或空气保温套中。按照选用的冲洗工艺，每个槽中容纳单独一种药液，此外还需要一个漂洗/水洗槽。采用悬挂的方法，这套装置可冲洗散页胶片。冲洗时在黑暗中操作，手工搅动并把被冲洗的胶卷或胶片从一个槽转移到另一个槽中。采用特制的挂架，使用同样方法可以一次处理众多的散页胶片、胶卷和相纸。一个挂架可容纳 20—30 个 120 型胶卷或 35 毫米胶卷或 24 张 4×5 英寸的散页胶片。

深槽冲洗的最佳搅动方式是气泡搅动，它有一套配气管线，采用挂架安装。氮气通过管道进入药液，搅动正在使用的药液。对彩色深槽中洗来说，使用氮气搅动是不可缺少的手段。建立且管理一条槽式流水线的投入非常少，它可以采用任何一种冲洗配方，对小

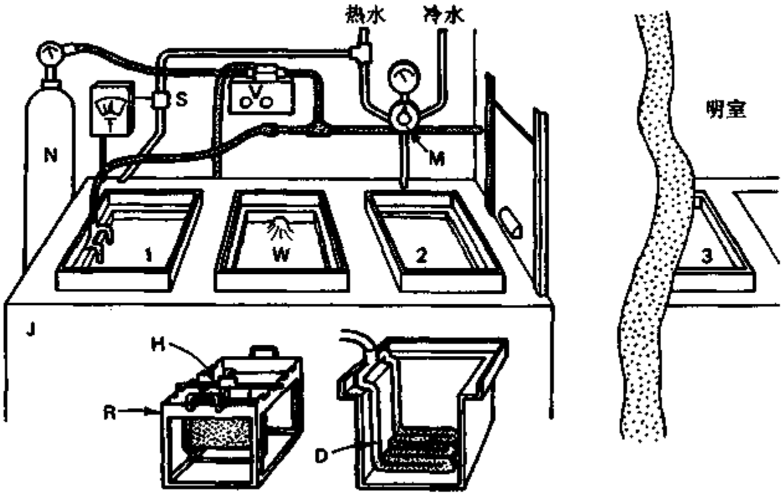


图 9.17 15 升容积的槽式流水线。保温套 J 中的水包围着所有药槽，通过热力混合阀门 M，水进入保温套。套上还有一个水洗槽 W。显影槽 1 内的温度很重要，测温装置就安装在它的下面。如果药温下降，温度监示器就启动电磁阀门 S，向包内增添热水。电磁阀门 V 调节着氮气注入的频率和每次放气的持续时间。支架 R 上有胶片挂架 H，它们与配气管 D 都可以从一个槽移到另一个槽。开始的几个冲洗阶段要求全黑操作，此后将胶片支架拿到操作间的另一部分——正常照明的房间。明暗之间有遮光装置。明室中有另一套供气搅动装置。

规模专业摄影人员来说，它能处理相当数量的感光材料。然而，对彩色反转冲洗来说，大批感光材料都用这种方式加工是一种难度很大的工作。必须小心仔细地控制整个冲洗过程，为保持质量前后一致，还得仔细补充药液。只用 15 升的药液连续加工几大批感光材料时，容易造成药液功效衰竭。

滚筒冲洗器

滚筒冲洗器的关键部件是一只小巧轻便的密封圆筒，相纸装在里面(冲胶片要加一个附件)。以后的所有操作都在明室下进行。滚筒浸在温水槽中，靠马达带动旋滚。滚筒上有一个防光的漏斗，少量的药液由此灌入滚筒(见图 9.18)。

在转动的滚筒内，药液迅速扩展开来，均匀地接触感光材料的表面。滚筒的转动也控制着药液的搅动，温水槽控制着药液的温度。请多加注意：滚筒式和槽式流水线冲洗不同，后者的感光材料在加工中总浸在药液里，搅动是间歇的；滚筒式则为间歇的浸入和连续的搅动。这意味着虽然药液和液温相同，但冲洗时间不同。

滚筒冲洗器采取用过即弃的方法——在每个步骤的结尾倾倒滚筒，排弃用过的药液，随后将其放回托架并灌入下一步骤的药液。少数型号的滚筒冲洗机可以通过编制程序，自动地完成冲洗过程，但多数滚筒式冲洗机的操作仍需手工干预。虽然冲洗大批量的胶片或相纸时，它显得慢和麻烦，但是对偶尔冲洗大张彩色照片的人来说是通用、可靠的方法且非常经济。最大加工容量根据筒的尺寸有所不同，每次可加工 4—20 张 8×10 英寸感光材料或 2—10 个 120型胶卷。

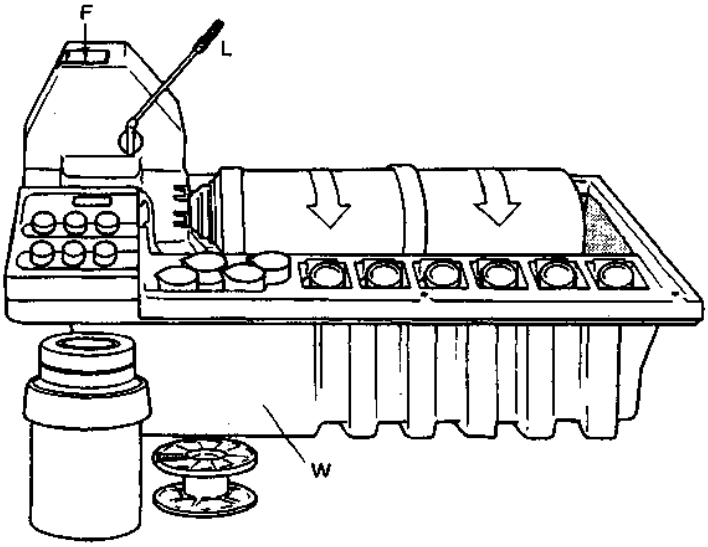


图9.18 滚筒式冲洗器在暗室中将相纸或胶卷装人滚筒(120型胶卷或35毫米胶卷绕在轴上)。药液存放容器、量杯和滚筒都半浸在温度受控的水槽W中。滚筒的磁性盖子将筒体吸在驱动电机上。每个步骤结束时，按动杠杆L倾斜滚筒，倒掉用过的药液。下一种药液通过漏斗F灌人滚筒，这一过程中滚筒仍在不停地滚动。

自动冲洗机

全自动、程序化的冲洗机适合大规模冲洗加工。设备的费用投人可能是手动滚筒系统的十倍。根据胶片通过药液的方式，冲洗机可分成四类：旋转排放、滚轴传送、浸泡、连续。多数冲洗机械有存放大量药液的槽罐，所以价格昂贵。除非能达到每周至少冲洗100个胶卷或50张照片的工作量，否则它们的运行是不经济的。这些机械适合多步骤，控制严格的彩色冲洗工艺——像洗衣机一样，你可以放心地让它们自动运转而自己做其它的工作。

旋转排放式冲洗机

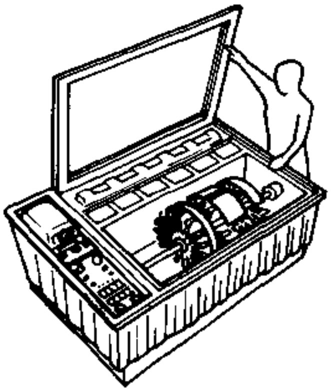


图9.19 旋转排放式冲洗机。已感光的一批材料(长胶片、散页胶片或单页相纸)缠绕在一个开放的轴上，轴在封闭槽内旋转。关闭机盖，药液从保温的存储罐中泵入槽内。

旋转排放式冲洗机或槽式冲洗机类似一个放大了的滚筒冲洗器，见图9.19。然而，胶片或相纸是夹在一个专门设计的柱形框架上，药膜向外。典型的工作量是一次装人1—12个35毫米胶卷，该步骤在黑暗中进行。机器盖好盖子就可以在正常光线下工作了。启动事先调好的程序，机器转动框架，并向机内泵人少量第一种药液。每个步骤结束时，排泄阀自动打开，排出药液。漂洗的清水或另一种药液又从储存罐中泵入、排出，反复工作直至完成全部操作。最后，和滚筒冲洗器一样，打开机盖，取出潮湿的材料进行干燥。

旋转排放式冲洗机的优点是通用、万能。它具备多个放着不同的冲洗剂的存储罐、适当的计时程序(带有计算机芯片的定时开关)

所以能够这次冲洗彩色照片，下次又冲洗 E—6 反转胶片。计时可以调整，以便满足胶片的强迫显影或抑制显影的需要。受热力加温控制的水套包围着主槽和各个储药罐。用过即弃的冲洗工艺意味着不需使用补充剂，也将交叉污染降到最小的程度。然而，加工量很大时，化学药剂的费用会相当高。为了经济合算，选择的药液(如：漂白、定影液)应该是用过之后可以在罐中存储，以便再次使用或从中回收金属银。

滚轴传送式冲洗机

这类机器有数十个低速旋转的机轴，连续转动来传送散页的胶片或单张的相纸，常见的方式是机轴带动感光材料上升、下降，经过一系列深槽。这类机器多数设计成部分在暗房、部分在明室的安装方式(见图 9.20)。操作者在暗室将感光材料送入一个干燥的收片口，机器在明室内的输出端有热风干燥装置，所回收的是烘干的成品，众多的药槽都是受加温装置控制的，滚轴起到了搅动作用。所有槽中的滚轴转速都是相同的——操作时间最长的步骤对应着最深(或最长)的药槽。对提高或降低感光速度拍摄的胶片来说，可以通过调节机器的转速，变快或变慢，使胶片在显影阶段的时间有所不同。

滚轴传送式冲洗机的操作非常便利。和分批处理的冲洗机不同，这类冲洗机可以随时接受感光材料：散页胶片和条状的胶片(单张成卷的相纸)可以前后混合输入机器。然而，每台机器专用一种特定的冲洗配方。可以改换其它配方，但这意味着要排放掉昂贵的药液，所以这是一项很重要的操作。滚轴宽 24 英寸的冲洗机很

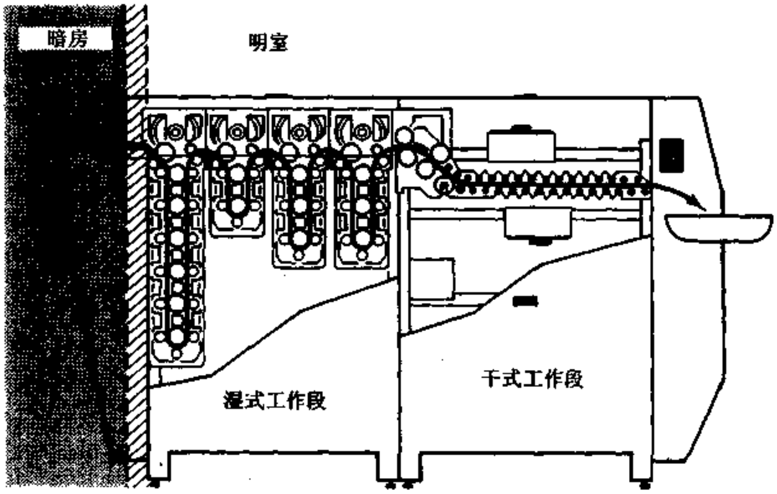


图 9.20 滚轴传送式冲洗机。图中显示了感光材料的行进路线。这是一种用于冲洗彩色相纸的机器，冲洗胶片的机器与其相似，不同之处在于滚轴的表面和干燥部分的细微机构。

流行，它的设计能力是每分钟冲洗20厘米负/正彩色相纸，还可以达到每小时处理120张8×10英寸的单张相纸。

使用深槽滚轴传送式冲洗机，一定要对它的药液做精心的补充。通常，补充是机器自动完成的。每天都要检验冲洗性能。对于那些直接与感光膜接触的滚轴，必须做定期的清洗和良好的保养。否则，化学药液中的副产品、药膜的残片、齿垢和研磨物积累在滚轴上，会危害通过它们的各种感光材料。相关的滚轴构成若干个组件，它们可以提升出冲洗机。有些冲洗机在工作日结束后必须将各组件从显影液中取出清洗，药槽则用可以升降的盖子盖好。

少数小容量的台式滚轴冲洗机用于加工相纸，它们使用长形浅盘而不是药槽。这些机器采用分批处理方式和相应的药液。在处理完最大数量的感光材料后(即25张8×10英寸的气巴克罗姆相纸)，就要排放、更换2升或规定的药液。一种滚轴长10英寸的小冲洗机，每分钟加工8.5厘米的相纸。(见图10.7)。

浸泡式冲洗机

这种冲洗机也称做“挂架移动”或“挂架深槽”式冲洗机。这些机器采用高效的深槽流水线与自动机械臂联合在一起的工作方式。如图9.21所示。冲洗机安装在暗房里。胶片吊在挂架上，挂架由电机驱动可以在一系列深槽上方移动并做升降运动。机器降低挂架，逐渐将胶片放入容纳它们全长的第一个深槽，随后提升挂架将胶片放入下一个药槽。冲洗阶段越长，则相应的槽子也越长，药液受加温器控制，经过泵来循环。吊在挂架上的胶片最后通过一个干燥装置。由于浸泡式冲洗机没有转动机械，所以对胶片也就不存

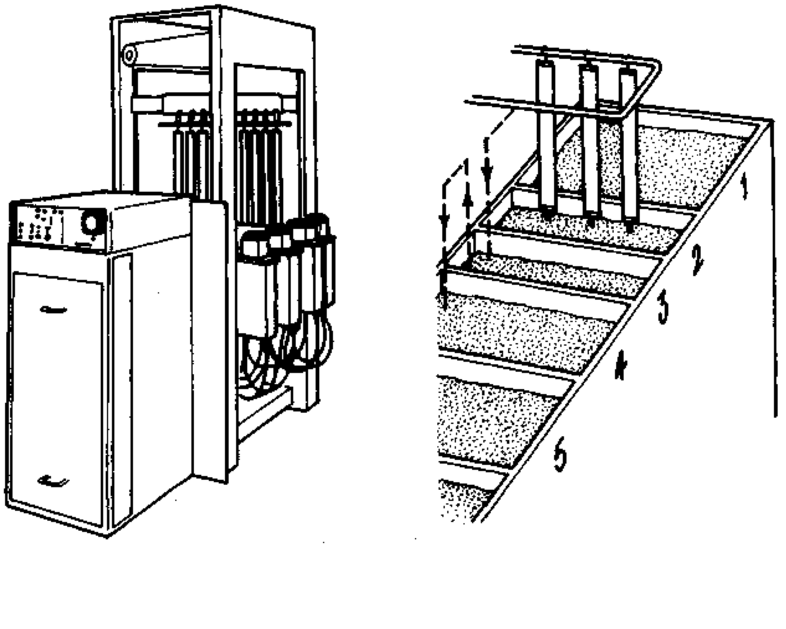


图9.21　浸泡式胶片冲洗机。机器全部安装在暗房中——起落架连接着升降机(动作示意图见右)。泵抽动药液，起到循环作用。干燥室在设备尾部，在这里结束冲洗工作。

在危害。从机械结构看，这种设备相当简单，但它需占用很大的空间(保温要良好)以及大量的药液。(因药液不同)各台机器也是针对某一种冲洗工艺的。它们的适应性很强，可以随时混合处理各种尺寸的胶片，只要在起始阶段将它们吊在挂架上即可。根据冲洗机加工尺寸的不同，输出量每小时 40 至 100 个胶卷不等。

连续串接式冲洗机

这种类型的冲洗机是为冲洗大盘胶片(例如：航空测量或电影胶片)或成卷相纸设计的。它们很像滚轴传送式冲洗机，但是只在每个槽的上下两端装有滚轴(见图 9.22)。每次冲洗前，必须把导引带穿过冲洗机，然后把要冲洗的感光材料连接到导引带的末端。其它宽度相同、长度各异的待冲感光材料连接在前一段感光材料的末端，形成一条或多条连续的冲洗带。它们以稳定的速度通过冲洗机，在机器的另一端干燥并卷成一盘。在冲洗相纸时，由于这种机器完全不适合做曝光试验，所以必须有控制影像曝光和滤光镜的精密仪器相配合。

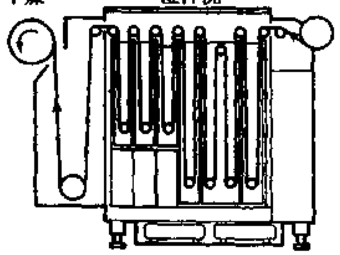


图 9.22　连续串接式冲洗机，用于加工大盘胶片。

和深槽滚轴传送式冲洗机一样，这种机器也需要仔细地清洗保养，药液也需要精确地予以补充——虽然这种机器本质上非常简单。搅动是由槽中正在冲洗的材料运动形成的。此外，有些型号的冲洗机也向主要药液中施放气泡。每台机器(在一段时间内)采用一种确定的冲洗工艺。药液可以连续补充，靠泵使药液经过过滤和加热装置达到循环使用。这种类型的大型相纸冲洗机加工量可以达到每小时 500 张 8×10 英寸彩色照片。

小型实验室

所谓“小型实验室”通常是成对的、独立的、专供摄影零售店使用的装置——它们能够冲洗彩色负片，在半自动化的基础上放大一种或多种固定尺寸的照片。高级机器可能非常昂贵，并且包括负片扫描系统，从而允许监视屏事先看到自动程序设定的彩色校正、局部遮挡等等而得到的照片结果。照片曝光在卷筒相纸上，放大尺寸介于扩印片和 A4 之间。小型实验室对于处理大量婚礼照片和社会事件照片，需要马上提供试验样片的某些摄影室非常有用。它们特别适用于像定期航行的轮船上这样“闭塞的”场所。

决　择

虽然简易的手工冲洗罐(槽)和全自动的冲洗机都能做相同的冲洗工作，但两者间的巨大差异是十分明显的。最新的冲洗工艺可以

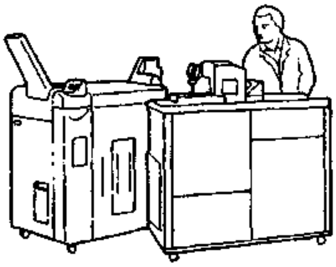


图 9.23 小型实验室装置。左边的机器冲洗彩色负片，右边的机器根据各种放大尺寸制作出彩色照片。两台机器都在普通照明下工作。

将冲洗时间缩短几分钟(冲洗质量更好)，这意味着那些大型冲洗机的处理能力有了很大提高。在决定买何种设备之前，要认真考虑以下诸因素。

工作方式

稳定连续地承担加工还是变化和不定期地进行冲洗?希望冲洗简易灵活，还是想采用一种冲洗工艺，用机械来获得恒定的质量?输出速度有多重要?从发展的角度看，冲洗机的加工能力应有多大余量才最合理?(也许在初始阶段还可以为其他摄影师提供冲洗服务。)

费 用

考虑时不仅要包括购买设备的基本费用，还应该包括昂贵的消耗性化学药剂以及服务和备件的费用。劳动强度大的加工方式——例如手工槽式冲洗——费用低廉，但要占用大量的时间，支付工作中的其它费用甚至比自动冲洗机所用的费用还高。

安 装

暗室有足够的空间吗?有满足需要的供水系统吗?有良好的通风系统——特别是在将要安放染料—漂白冲洗工序的位置吗?布置排泄系统，应该注意排泄管应能向下转动，对着盛废液的容器和槽式冲洗机。(有些套药还包括处理废液的中和剂，在排泄前加入废液。)地板能承受多大重量?大槽的化学药液和清洗水非常重。天花板足够高吗?除了浸泡式冲洗机，大型滚轴式冲洗机也需要有足够的高度，以便清洗机械时升起挂架。

如何克服遇到的麻烦

分析一下自己是什么类型的人。如果购买了一种冲洗机，自己能够做到认真操作并使每批加工的质量都保持良好吗?例如，记不住怎样为机械做药液补充的话，那就选择用过即弃的一次性配方的冲洗机。能做到彻底清理冲洗机的挂架吗?能亲自保养运输氮气瓶的小车吗?更重要的是，冲洗中遇到了未曾预料的困难时，自己有足够的毅力和兴趣克服它吗?如果冲洗的照片越来越偏绿，是否打算求助于某个冲洗店?这种店家具有分析监测设备，能够告诉解决问题的方法。监视系统能在冲洗结果发生无可挽救的重大危害之前就发现那些微小的变化。

冲洗过程中的控制手段

冲洗过程中包括许多因素：药液状态、温度、计时、搅动和整个冲洗环节。监视它们总体效果的最好方法是冲洗一段感光的胶片。然后取一段同种胶片，在理想的条件下做冲洗(所谓的理想条件是可以测量出各种变化)，比较两段胶片。要想恰当地做到这点，应遵循以下步骤：

1. 取一段试验用胶片或相纸加以冲洗，另取一段对同一景物做相同曝光的胶片，按正确方式冲洗。

2. 用密度计对冲洗后的胶片或相纸做精确测量。

3. 利用胶片／冲洗套药生产厂家提供的分析手册，找出造成胶片结果和参考胶片之间差异的可能原因。

这种分析并不省事，但对大规模冲洗来说，它是一种非常有效的保障措施。然而，下面还有一些更简捷的措施。

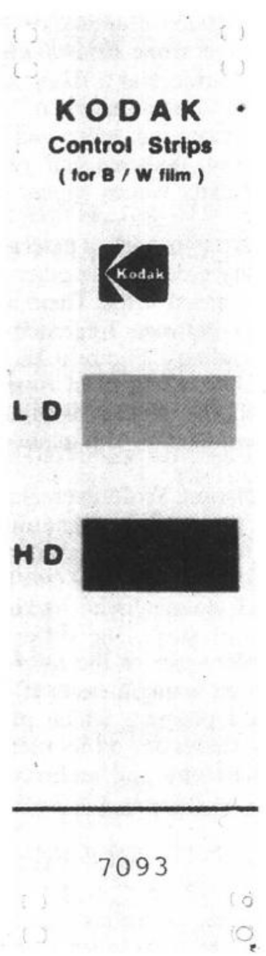


图 9.25 厂商提供用于黑白胶片的冲洗控制样条。上面有读取低密度读数和高密度读数的两个色块，以及密度差异图。见 9.28 方格图。灰雾程度是从胶片上透明部位测取的。

控制冲洗的样条

胶片制造厂在严格控制的条件下对一批几英寸长胶片和相纸的样条曝光，按每盒 10 张、20 张……分装，提供给用户在将来冲洗。黑白冲洗和彩色冲洗分别对应不同的样条，冲洗按正常操做完成。其类型分成反差正常的黑白胶片、彩色负片、反转型彩色胶片、负／正彩色相纸和正／正彩色相纸。每张样条上都按不同等级做一系列曝光(见彩图 9.24)。彩色样条上还有一些色块，有时还包括一个人物的半身头像。每只盒子里还有一条厂商在理想的实验室条件下冲洗好的样条，它是比较的标准。

这些未冲洗的样条必须保存好，以免潜影发生变化。最好保存在 -18℃ 或更低的冷冻箱里(使用前应留出时间让它们恢复到室温)。理想的情况是在固定的时间间隔下取一个样条，和打算冲洗的一批胶片同时冲洗，然后与厂商提供的参考样条加以比较。时间间隔可以是一天、一周、甚至可以每批胶片一次，根据具体冲洗方式和数量而定。

将冲洗的样条和参考样条并列放在灯箱上，明显的冲洗偏差马上就能显示出来。用眼睛来比较是相当好的手段，同时，只有视觉检查才能充分判断冲洗出的黑白底片，甚至彩色幻灯片和照片的各个环节是否都合乎标准。然而，用这个方法却不易评判彩色负片，也不能察觉微小的变化(特别是在色彩上)，这种变化预示将有更严重的问题发生。

为了不增添设备就能获得更多信息，可以写信给厂家的冲洗质

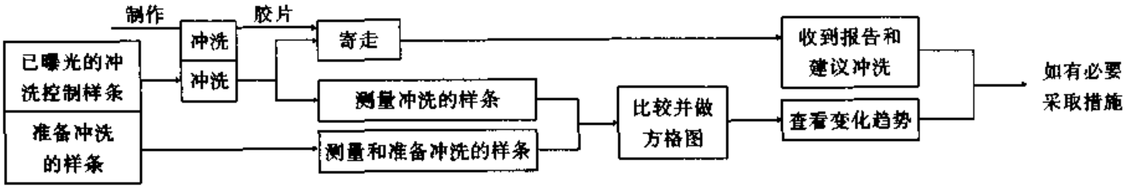


图9.26　冲洗的控制。取一条预先曝光的样条和正常冲洗的材料同时冲洗。可以把结果寄给厂家分析，也可以对照厂家冲洗好的样条进行比较。

量检验服务机构，诸如柯达、爱克发和富士等厂家就提供这种服务。将冲洗好的样条按常规寄去，他们将分析原因，并将应急校正建议用电话告诉你。对每个寄出的样条，你还会收到一份计算机分析曲线图和文字解释与说明。这种服务非常完美，但在时间上总要有些延误。若自己拥有测试/分析仪器的话，一旦需要就可以马上得到校正参数。

获取有关的冲洗参数

为了从自己冲洗的控制样条上精确地取得色调或色块的点密度值，需要一种叫做密度计的仪器(图9.27)。它有一个透射照明头——光线从片基下面透射过来(用于胶片)；此外，还有一个反射头——它以某个固定的角度将光线从照片表面反射出去(用于照片)。光线传感元件接受这些光线。对黑白影像来说，仪器直接得出密度读数；对彩色材料，仪器通过适当的蓝、绿和红色滤光镜读取信息，分别给出黄、品红和青色感光层影像的密度值。这些数值显示在数据读出屏上。

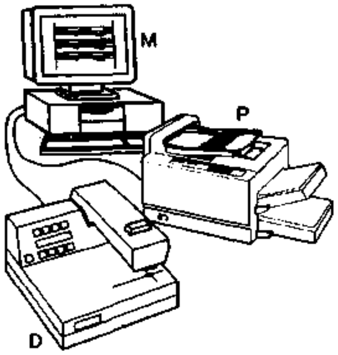
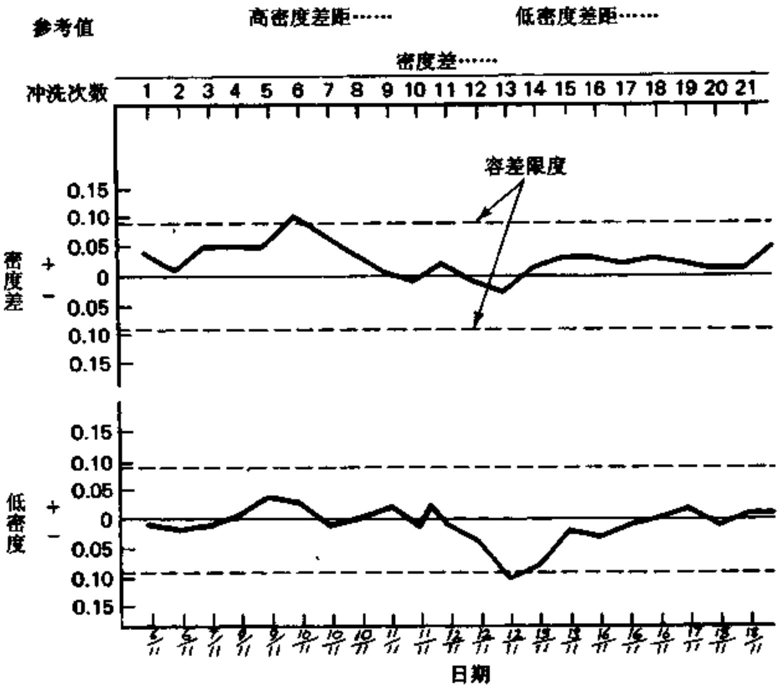


图9.27　测量和记录冲洗密度值的装置。把要测量的胶片部位放在以密度计(D)为原理的读取数据的点上，密度值显示在与探头并排的显示板上。使用合适的软件与个人电脑连接，已记录的量度以图表形式与先前冲洗显示出的趋势进行比较。数据像逐渐伸展的“晾衣绳”式的曲线(图9.28)显示在监视器(M)上，并且可以作为硬拷贝(P)打印出来。

检验黑白胶片的方法是测量色阶(图9.25)上两块有标记的色块：高密度区域和低密度区域。参考用的(标准)样条和新冲洗出的样条都用这个方法加以测量。然后，在预先印好的表格上，标出参考标准样条和自己冲出的样条上各个色块读数间的差值，参看图9.28。我们常常称其为“折线方格图”。经过一段时间的标注，方格图就会显示出起伏变化。这种变化应处在表格上标出的容差限度内，这是厂商的推荐值。

检验彩色胶片，需要更多的信息。例如，冲洗彩色幻灯片，方格图包括最小密度(色块)，低密度色块(对速度)，高密度色块(对色彩平衡和反差)以及最大密度(对灰化)。对每个色层来说都要做这些图，每张幻灯控制样条要做一套12张读数图表。每个读数和参考标准样条对应部分读数之间的差异，被标在一张特殊的表格里。如果密度计连接到一台计算机控制的绘图仪上，这些步骤就变得非常容易。仪器把参考样条的各个值存储下来，并且把每个读数直接输出在印好的表格上。日积月累，众多的方格图可以存储在(计算机的)软盘里。

图 9.28　黑白底片冲洗过程的监测图。表中上半部分将填写制造厂家冲洗好的样条的高密度和低密度值(见图 9.25)。每天冲洗 2～3 次样条，将高密度值和低密度值记录下来。两个读数间的密度差值填到参考标准样条的 DD 图(密度差)上，以便比较。表中下半部分展示了低密度读数与参考样条的低密度曲线相差有多大。样条冲洗到 11～13 次时看出了曲线下降的趋势，增添补充剂后，抑制了这种下降。见 9.29



冲洗控制图的作用

冲洗控制图的用途是醒目地展示各种变化。除非操作过程中发生了严重错误(例如，漂白/定影液混入了显影液)，否则曲线不应有剧烈变化。曲线的变化趋势比孤立的数值重要得多：曲线向上表明药液过分活跃，彩色感光材料中会形成太多的染料；曲线向下，通常是预示要使用补充剂。

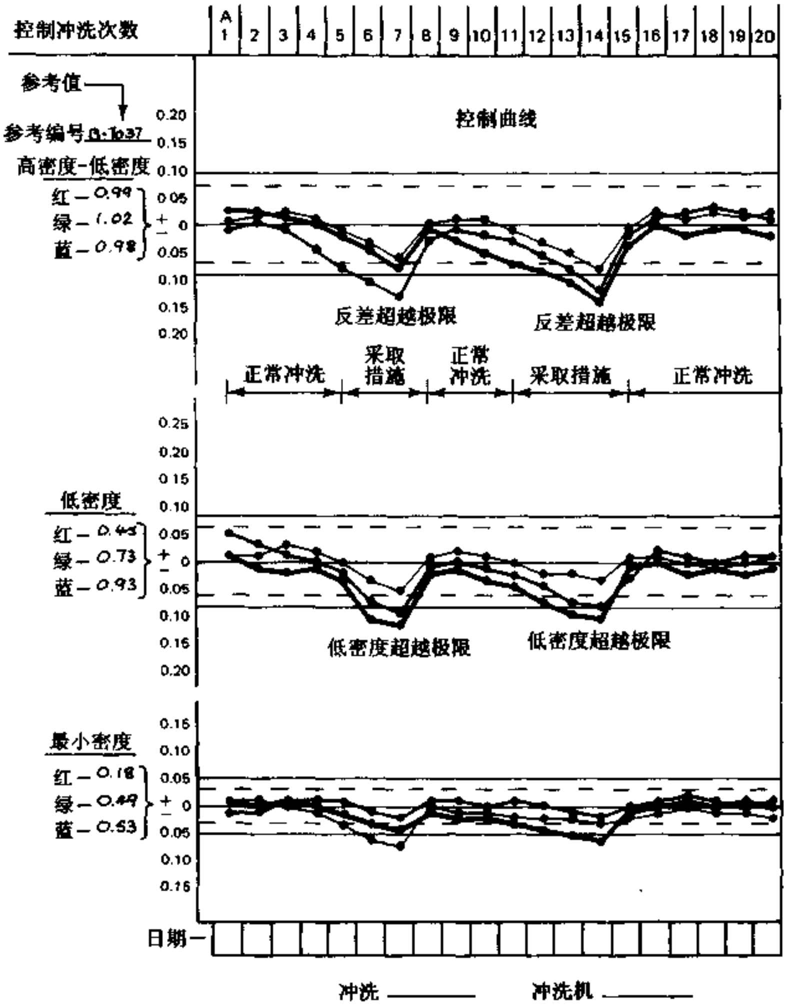
胶片制造厂家的冲洗手册上会复制出类似的图表，印上建议并附有应采取的措施。有些计算机配有软件程序，当把各种读数输入计算机时，它会自动显示警告信息，并在显示屏显示出建议。操作者也可以将自己的经验贮存在计算机的错误跟踪程序里，以便在需要时，它能最终调出以往发生类似的情况时，曾采取过什么措施。有些时候，在初始准备完成之后，冲洗需要一小段时间才能稳定下来。如果不冲洗一定数量的胶片来催“熟”药液中的化学成分，有些药液就显得太“生”，所以在开始阶段需要冲洗一些“先驱者”，以便使药液彻底均匀稳定。最常见的情况是，虽然没有和参考样条加以比较，但冲洗过程依然稳定运行。如果冲洗出的画面看上去良好，那么最好是保持原来的状态运行不变，不要做微小的调整，否则反而会调整过度。总之，调节要逐步进行，同时要留出使药液见效的时间。

图9.29 冲洗彩色负片的监测图。左侧一栏显示了由厂家冲洗出样条的参考标准值。对每个和胶片一起冲洗的样条，在其高密度段，低密度段和最小密度段取得蓝、绿和红色读数。见图9.24。这些数据换成密度差(上)，低密度(中)和最小密度(下)与参考值的比较曲线。请注意：在最小密度部分容差限度变得有多窄(由虚线表示)。

—— 细线：红

—— 中粗线：蓝

—— 粗线：绿



银的回收

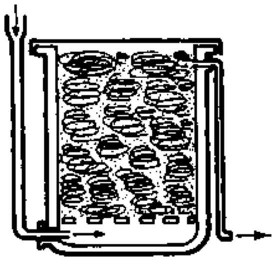
在冲洗过程中，感光材料上的可溶性银盐会逐渐累积在定影液和漂白/定影液中，数量可观。在用过的黑白定影液中，银的含量可高达4克/升。这就提供了一个机会：从用过的定影液中提取出这种金属，将它们出售给回收银的机构。这样做是否值得，取决于银的当前价格、有没有足够的大罐(存贮药液)、有多大的加工量以及回收设备的投资、工时和劳力。有关事宜可以听听回收机构、胶片制造厂的意见。回收有两种最常见的方法：置换法——它回收银，但破坏了药液的成分；电解法——定影液可以更新并再次使用。电解法清洁便利，但设备的费用很大。

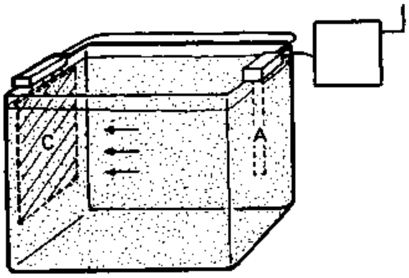
图 9.30 彩色胶片冲洗失误原因(因胶片的牌号和类型不同，表中的细节也有所不同)。

典型现像	原因概述
彩色反转胶片	
色泽太暗	首显不充分
全黑	首显和彩显药液倒置或遗漏首显步骤
偏黄，密度不足	在首显过程中被灰化
具有淡黄的色调	彩显失效，例如，碱性太强
非常浅，有蓝色调	首显液中混入定影液
各种色调都太浅	首显过度
高反差彩色负片	首显液被污染。按彩色负片冲洗
蓝色斑点	漂白液被污染
真菌或藻状沉积物	药槽不洁净
泡沫、浮渣	药液不洁净，需要换稳定液
控制曲线表示：	
所有密度都偏高或偏低	首显药液有问题，至使速度发生变化
全部偏低，蓝色的曲线偏差最小	首显过度
彩色负片	
影像浅，反差不足	显影不足
影像浓厚，反差极大	显影过度
画面中有条纹和斑点	搅动不充分
严重雾化，部分区域影像反转	显影过程中被曝光
带淡红褐色色块	药液有污染
完全不透明或混浊的影像	漏掉漂白或定影过程
色彩呈正像，色调强烈	按反转片冲洗
全面呈乳黄色	漂白药液乏力
真菌状沉积物，蓝色斑点	完全按照反转透明片冲洗

金属置换法

像铁这样的基本金属放进银盐溶液后，它缓慢地溶解并置换出金属银。在生产中利用这个原理的最好方法是在一个大塑料容器中充填铁屑，例如地面清洁机中的填料。容器底部放一个垫板，上面打好一系列几英寸的孔，板下有一个管道，通过它送入药力衰竭的定影液。药液从容器底部升到顶部，随后排出。随着酸性药液对铁屑的浸泡，它们变黑并生成铁的硫化物。由于同时还生成硫化氢气


金属置换法



电解法

图 9.31 从乏力定影液中回收银的两种方法。使用铁的金属置换法(铁屑)。在电解法中，电流来自正极 A，银电镀在负极 C 上。

体，所以生产必须在室外进行。几周之后，铁屑变成了灰色的银，从容器底部逐渐向顶部发展。当顶部也呈银灰色时，就取出这些几乎全都变成纤维状金属银的物质。每4.5公斤铁屑，大约可以生成10.5公斤金属银，烘干后即可出售给回收机构。(注意：当置换只进行了一半的时候，不要将铁屑倒出容器并在空气中密集地堆放它们。否则经过一段时间有可能发生自燃。)

电解法

在放有乏力定影液的容器两端安置两块电极，当弱电流通过它们时，金属银就会电镀在阴极上。这种方法可以方便地提取银，不用保存大量的药液。如图9.31所示，阳极很小，往往由碳制成，而阴极表面积很大，由不锈钢制成。经过几天，生长成银的灰色鳞状物，最后，从阴极上刮下这些银，送去回收。除去上面的设备，还需要测量药液中含银浓度的仪器。当浓度下降到大约每升0.5克银时，除去电极，按规定量(通常是25%—30%)加入原始定影液，这些再生的药液恢复了原来的冲洗功能。

内容提要

●当今，冲洗胶片的化学药剂主要有：黑白、彩色反转和彩色负片几种。冲洗照片的主要类型有：黑白负／正、彩色负／正、彩色反转和染料破坏方式(两种都是正／正)。黑白冲洗工艺允许用户灵活自由地选择显影液、定影液及改变各种参数。各种彩色冲洗工艺都有相对应的成套药剂——有时会有业余型、专业型、快速型或常规型等各种区别。

●对黑白显影液来说，用户有最大的挑选余地。各种黑白显影液的不同之处在于反差、胶片速度、颗粒性和分辨率。有些显影液使用时要稀释并且是用过即弃的一次型，其余的则是用于深槽的长久型。

●由于在拍摄时提高或降低了胶片的感光速度，所以彩色反转胶片的首显时间(黑白显影)是可以调节的。彩色显影的时间是固定不可变的，因为在这个阶段成色剂生成染料影像，但是成色型黑白胶片的显影时间是可以变化的。银在冲洗的最后阶段被漂白，定影并水洗排掉，胶片浸入稳定液，随后再加以干燥。

●黑白相纸的显影液可以根据它们产生的影像的“颜色”做最广泛的选择，氯化银相纸更是如此。快速显影型涂塑(RC)相纸可以采用机械冲洗。

●交叉冲洗彩色胶片能使粗糙的被摄体产生色调和不真实的反

差。这两种情况对于表现怪诞的影像非常有用。

●负/正彩色印放材料包括(涂塑)相纸和片基(杜拉透明片)。彩色显影之后紧接着是漂白/定影和水洗。

●直接用幻灯片制做彩色照片：影像投射在染料—漂白或含有成色剂的反转型相纸上。这些冲洗工艺全然不同。染料—漂白型感光材料已经含有分成三种颜色的染料，它采用黑白显影工艺。然后漂白掉所有银以及形成黑色银粒部位的染料。照片的色彩比含有成色剂的相纸更艳丽，更纯净，保持的时间也更长久。反转成色剂型彩色相纸的冲洗工艺和彩色幻灯片的相类似。

●在实际操作过程中要掌握好温度、计时、搅动，注意药液的状态和感光材料的类型，这样才能获得理想的效果。温度不符合规定的限度就会改变药液的化学性质。计时是调节冲洗效果的最好手段。搅动不充分则显影不均匀，最大密度不足，但过分搅动又会造成药液流动的痕迹。整个操作过程一定要严格、稳定。

●要仔细、认真地按照说明配制药液。要注意安全。配制工具、容器清洗不彻底会造成污染，粗心大意也会造成同样的后果，不能冒这种风险。不要使用已经乏力的各种药液——使用用过即弃的一次性药液或记下已冲洗的胶片数量，然后增添补充液或倒弃。按照冲洗药液的规定使用补充液(如果说明有规定，可以添加新鲜的原液)。取出上部的药液增加补充液或直接加人一定数量的补充液，倒掉多余的药液。

●用一系列深槽手工冲洗胶片和在盘中冲洗黑白相纸劳动强度繁重，但这种方式很适合少量的加工。为了保持彩色冲洗的稳定性，深槽冲洗时应配以气泡搅动。机械化冲洗非常适合大批量和操作严格的彩色冲洗，但购置自动化的设备要花费大笔资金，日常还要消耗大量昂贵的药液。

●滚筒式冲洗器使用一次性药液冲洗相纸或胶片。这类机器基本上采用手动控制，虽然只在小批量加工时它才显得便利，但它的适用性好，相比之下价格便宜。旋转放弃式冲洗机可加工大批量感光材料，但价格要贵许多。它的基本工作方式是感光材料药膜朝外装在一只柱形滚筒上，滚筒在药槽中旋转。

●滚轴传送式冲洗机连续运行，可以加工单页或卷状的感光材料，这种机器大多数采用干燥输人——干燥输出的加工方式。但是，它们一次只能采用一种冲洗配方(一种药液使用一段时间，不能随时更换——译注)。深槽式冲洗机的购买费用和耗费药液的费用都是昂贵的。有些冲洗相纸的机器使用较少的药液，采取冲几批就丢弃的方式。所有的滚轴必须经常清洗并适当的保养。

●浸泡式冲洗机可以避免脏的滚轴划伤胶片，但是要求安装在

有较高净空高度的暗房里。连续串接式冲洗机是大容量工作机，它接受大盘的胶片和相纸，可以头尾相接连续冲洗。这种感光材料被牵引着通过一系列深槽和干燥器，机器的滚轴数目降到了最少的程度。

●小型实验室提供半自动冲洗并在卷筒彩色相纸上印放。它们可以制作出尺寸有限的大量照片。

●挑选冲洗设备时，要考虑到工作方式：是经常变动(配方)还是固定不变的；是否准备为便利、增加工作量和加工速度多支付费用；是否打算承担劳动强度而节省金钱。估算好药液、服务等项开支，这些同样是重要的投资。检查安装设备的空间，通风状况、上下水的供给和排放。冲洗车间的管理、冲洗过程的控制是否能保证质量稳定?发生故障时，你能检修排除吗?

●定期冲洗(厂家)事先曝光的样条，将结果与厂家冲洗好的样条加以比较，用这种手段监视自己的整个冲洗过程。可以将样条寄给厂家做正规的分析，也可以使用带有密度计的计算机和冲洗手册来分析结果。

●没冲洗的控制样条要低温保存。对胶片来说，用密度计测量透射密度；对相纸来说测量反射密度。彩色材料用三颜色滤光镜来测量。对黑白冲洗，读取标注了 high(高)和 low(低)密度的色块；彩色照片则读取 Din(最小密度)和 Dmax(最大密度)的色块。

●将冲洗样条的密度和参考样条密度值之间的差值标在冲洗控制图上。检查曲线的变化趋势——向上表明药液过于活跃，向下表明太乏力。

●以法律为依据的生态环境禁止排放含银的废弃物。可以利用回收机构收集疲竭的定影液。大型实验室可以现场采取金属置换的方法或电解法回收银。这样做经济实用。电解法可重新产生定影液，并可放回去使用。

10

彩色印放

这一章的前题是假设读者对黑白印放已经有了实际操作的经验，但却刚刚涉足彩色扩印、放大。因为彩色操作中除需要黑白印放的全部技巧外(如改善构图的剪裁、判断曝光的多少、局部遮挡及局部加光)，还需要判断色彩是否正常并加以校正，所以彩色印放有更多的要求。彩色印放也必须在可调节的安全灯下进行，曝光和冲洗状态应有更严格的控制。操作者对色彩的视觉感受应该正常，这一点非常重要。如果觉得自己对色彩差异的判断很困难，则需要去做视力检查。

本章首先通过正／正（用幻灯片）印放操作来介绍各种设备和它们的实际性能。对于没有接触过彩色印放的，从这一步中就很容易掌握滤光的实际操作。然而，如果更关心负／正印放的话，可以直接跳到下一节，它也是从主要原理开始讲述的。随后一节，介绍不同种类的彩色分析仪及其使用方法，以及加色法印放。本章还讨论了各种“交叉”印放技术。例如用负片制作透明片，用幻灯片制做负片，以及幻灯片的复制，直接用照片或艺术作品制作照片。最后，要根据自己彩色加工的类型和工作量的多少来决定：是个人动手从事彩色印放，还是依靠市面上的冲洗店。

设　备

制作彩色照片需要一台放大机，它的光源不仅要均匀地照亮底片夹中的底片（像黑白放大机那样），还应该能改变光的含色量。灵活地调节光线颜色至关重要，这是为了使印放的胶片影像的彩色

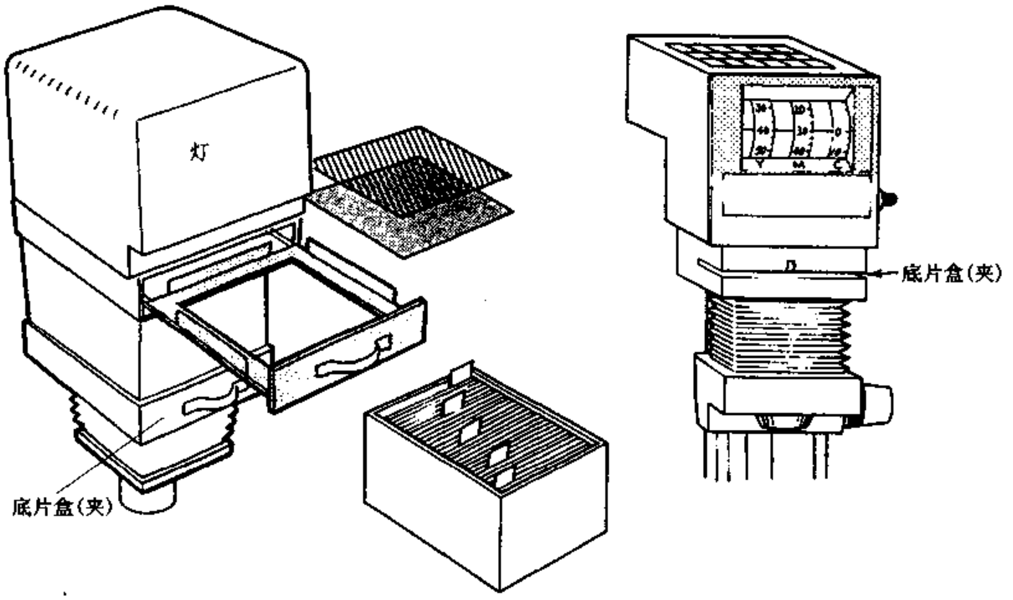


图 10.1 减色法过滤混光头。左：基本方式是在灯和底片之间有一个滤光片匣。Y（黄）、M（品红）、C（青）三种颜色醋酸酯滤光片应有深有浅，范围很广。使用滤片时配成适当的组合。右：带拨盘的滤光头。每个拨盘控制一种彩色滤光片的强度，并且可按对应的单位进行调节。根据厂家的不同，这些也稍有不同。见彩图 10.4。

平衡相一致，以便适应同一批号的彩色相纸，补偿放大机光源特性的变化等等。最重要的目的还在于它能最佳地再现物体的影像。控制光源颜色有两种主要的方法：

1. 在光路中使用黄、品红或青色滤光镜，做一次性曝光。
2. 分别用蓝、绿和红色滤光镜分三次做长短不同的曝光。

减色法滤光（‘白光’）头

大多数彩色放大机是靠在灯泡和底片之间插入深浅不同的黄、品红和青色的滤光片工作的。最经济的方法是用 20 张左右一套的醋酸酯彩色印放滤光片，将选定的若干滤光片装进放大机的滤光片匣，见图 10.1。然而，使用可调节的彩色混合头更容易：转动三个带有刻度的调节装置，分别将深色的黄、品红或青色的滤光片逐渐送入光束。这时，光线的一部分带上了色彩，它进入一个四周起伏不平的白色小室。光线经四壁的反射做彻底混合，随后通过一块漫射屏，所以到达底片盒时它的色彩已非常均匀。

将黄色的滤光值调得越大，白色放大光线中的蓝色波长就被减少（吸收）得越多。同样，品红色滤光减少绿色，青色滤光减少红色。在转动过滤刻度盘时，可以观察到光线颜色的变化，从零到最大值，每次单独调节一种色泽，光线就逐渐变成黄、品红或青色；同时增加两种过滤，就会得到蓝、绿或红。如果同时调动三种色泽，光线就只会变暗，色彩变化很微小，肉眼观察不出来。（这是因为三种色泽等量时，它们就合成灰色的中性密度。）

减色法滤光头放大机在正常情况下没有必要一次同时使用三种过滤，这样做只会浪费光线，延长曝光时间。所以，在放大调节中包含了三种颜色时，就应该采取‘减去中性密度’的措施——从每种颜色中都减去三种过滤值中的最小值，使三者中一个为零。(见彩图 10.2、彩图 10.3)。

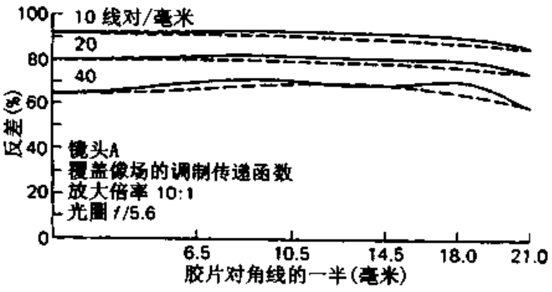
加色法滤光头

少数放大机和扩印机不使用强度可以变化的滤光系统。取而代之的是深红、绿和蓝色滤光镜，分别罩在三个灯泡或闪光泡之前；每只滤光镜也可以装在一个旋转的托架上，托架可以上下重叠放置在放大机的光路中。每张相纸得到三次曝光，依靠改变每种颜色的曝光时间，来控制着光线的有效颜色（对闪光泡来说，改变闪光次数和闪光强度）。所以加色法印放可以理解成分别对彩色相纸的红、绿、蓝三种感光乳剂层进行曝光。这种老式方法仍然适用于某些自动或电子控制的设备，依靠调节时间控制一切。它的最大缺点是采用三次顺序的曝光，局部遮挡和局部加光非常困难。(见彩图 10.5)。

放大机的基本结构

典型的彩色头放大机采用钨丝卤素灯做光源，灯体内装有反光镜。见彩图 10.4。由于在过滤和光线混合的过程中亮度有所损失，所以彩色放大机的亮度比黑白放大机的要高。电源应接在稳压器上，以防止电压的波动或电流的过载脉冲——附近的其它电器会造成这些现像，引起光源色温发生变化。三种深色的滤光镜：黄、品红和青排成一列。它们可定量地滑入光束，控制方式既有外接盒子上的三个导动转盘，也有像彩色分析仪这样的带电子线路的螺线管。扩印放大光源的色彩效果取决于每种滤光镜进入光束的多少——一只 130Y（黄）的滤光镜伸入光束的五分之一时，产生 26Y 的效果。具体数值可在手动转盘上看到，也有用发光二极管显示的方式，最典型的滤镜范围是每种颜色从 0 到 130 或 200。

二色性滤镜是在很薄的玻璃上镀数层金属膜——它们反射不需要的波长，允许其余的光线通过。这和染料吸附光线的过滤不同。它使得滤镜在波长特性方面既狭窄又非常精确，避免了常见的染料不足的缺陷。这种滤镜还不易褪色——滤镜的一部分伸入集中的光束时这点尤为重要。放大头上还有两种固定的滤镜：一种是去掉红外线的防热滤镜，它防止底片过热；另一种是紫外线滤镜，它吸收光线中不需要的紫外线。放大机的光源部份还可以有一个抽屉或滑架，当实际需要超出了二色性滤镜系统的范围时，可以将彩色印放滤光片（CP）放在里面。当追求效果或用早期的不带色罩的负片



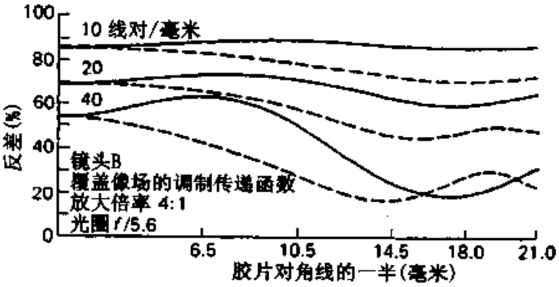


图 10.6 二只35毫米画幅放大镜头的调制传递函数曲线。镜头A是优质型，影像质量优秀稳定；镜头B是廉价型。但是，在只有4倍的小放大率状态下，从正常距离上观看，10线对/毫米是最适应的值。这里结果是绝不小于70%的反差。还可参考图2.15。

印放时，这种办法有时候很有用。

过滤的光束经完全彻底的混合后通过一个漫射屏——它应大到足够覆盖最大号的底片夹。放大机的其余部分——支柱、升降机构、计时器，蒙片框——基本上和黑白放大机的相同。

事实上，大多数放大机使用可更换的彩色或黑白放大头。甚至可以用彩色放大头进行黑白放大——它的光源特性很像漫射光放大机的特性。将三种滤光镜都调出光束或使用黄和品红滤镜来控制可变反差黑白相纸。（见《基础摄影教程》）。

只要经济上允许，放大镜头应选购质量最好的（图 10.6），那种四组镜片的最佳。所有现代的放大机镜头都对色彩做了充分的校正，但在购买时应选择最大孔径比黑白放大机镜头的最大孔径更大的镜头。在放大有色罩的彩色负片时，这种最大孔径更容易观察聚焦，更便于判断。但在曝光时，光圈应收缩到中等孔径，此时它的光学性能最好。

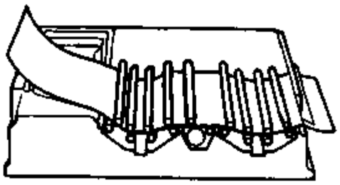


图 10.7 台式彩色相纸冲洗机。图中展示了相纸通过装有显影液和漂白/定影液药槽的路线。水洗和干燥在冲洗机之外进行。见图 10.8

其它基本设备

图 10.8 中展现了彩色放大中需要的大多数其它设备。彩色分

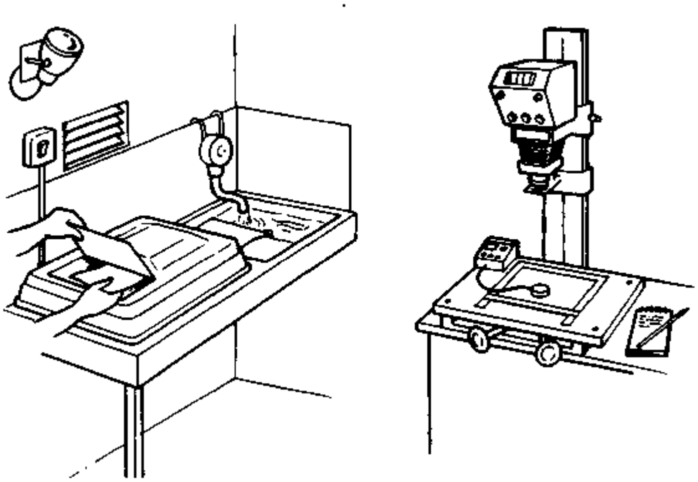


图 10.8 个人彩色暗房的基本布置（照片干燥在其它地方完成）。

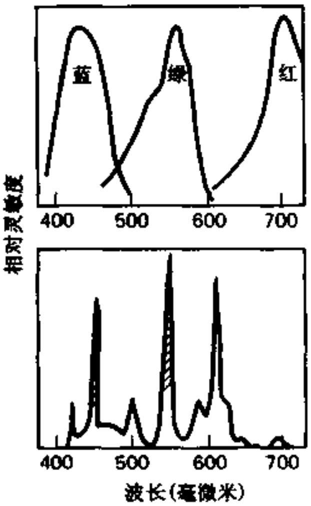


图 10.9 彩色印放用的安全照明。上：相纸三种乳剂的光谱灵敏度。下：钠安全灯光谱辐射。灯内的一个滤镜吸收图中带阴影的两种波长的光线。峰值辐射正好与感绿和感红区之间的窄带相一致。但是灯的亮度仍然必须暗，防止较低能量光带的光线造成雾化。

析仪是最值得投资的设备。放大时，经它一测就可以得出每个影像需要的滤光和曝光参数的最佳起始值。和黑白放大一样，彩色放大也要严格把“干”和“湿”两种操作区分开（湿为冲洗，干为放置胶片和曝光）。放大比冲洗胶片的过程要长，所以暗房里要安装安全灯和有效的换气装置。彩色印放安全灯的亮度远比黑白的要暗，对它的要求是透射过的波长让眼睛感觉亮而感光材料却对此不敏感，这是一种深琥珀色。经过特殊过滤的钠安全灯放射出一种黄—褐色光线，它们正好利用彩色相纸红和绿感光性能之间的小小空档（见图 10.9）。这些灯比钨丝安全灯亮一些，但价格贵许多，它们要开启 10 分钟或更长时间才能达到全功率。在暗室中钠安全灯用于一般照明，而钨丝安全灯则用在关键区域，如冲洗机上方和暗房门等部位。安全灯造成的雾化通常使负／正彩色相纸呈淡蓝色的高光，这种偏色无法用放大机的滤光系统校正。

暗房要做到通风良好，空气最好从冲洗机后面的墙壁上排出。通风要达到每小时更换室内空气 10 次；采用染料—漂白工艺时，通风要达到每小时 15 次。健康和安全装置还应该包括处理化学药剂的防护手套、冲洗眼睛的器具和灭火器。

为了判读彩色试样和照片，要准备出一个照明良好的白灯区。这个地方可以靠近黑帘，打开它日光就能照射过来。由于要经常做这项工作，所以最好有一个工作台，头顶上方安置与日光相匹配的灯泡或灯管。日光灯管的光谱输出常常用“彩色再现指数”来表示（简称 CRI）。CRI 越接近 100 的灯管越适合判读彩色照片。不能使用小于 90CRI 的灯管。如果事先知道照片只在有钨丝灯照明的条件下展示，那就用这种色温的灯泡来代替它。

放大用感光材料

彩色相纸主要有三种类型

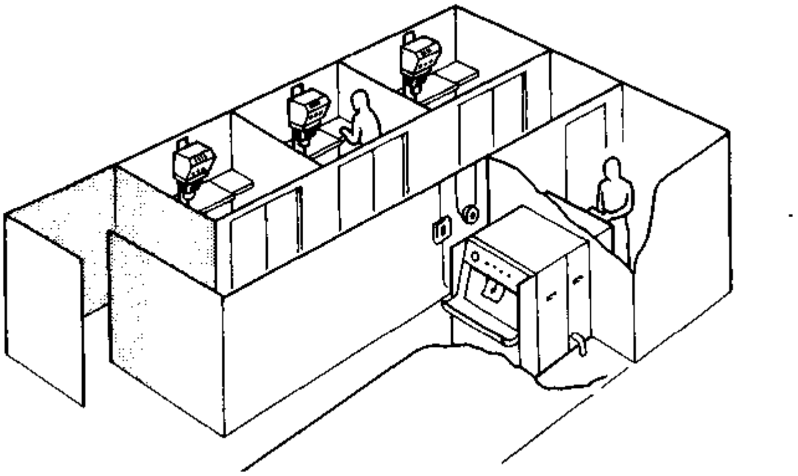
1. 发色型负／正相纸，如埃克塔彩色相纸和富士彩色相纸，它们用负片来印放照片。

2. 发色型正／正反转相纸，如埃克塔克罗姆、富士克罗姆相纸。

3. 染料—漂白正／正相纸，如气巴克罗姆。

2 和 3 两种材料用于幻灯片和大画幅透明正片印放照片。这几种相纸需要的冲洗工艺完全不同。制做照片的相纸有白色不透明的涂塑纸基，但为了用于展示或直观教具也有数种半透明或透明片基的材料。多数相纸有不同的表面可供挑选，典型的表面有：光滑的、有光泽的、半粗糙的等等——没有反差号数之分。

图 10.10 装有三台彩色放大机的彩色印放操作间，它们共用一台高速辊式相纸冲洗机。机器将烘干的照片传送到白光照明的地方，以便判断印放效果。



所有彩色放大材料都涂有多层感光乳剂，它们对光谱中的三原色很敏感。然而，和相机中使用的感光材料不同，大多数相纸感光层的排列次序与此相反，感红光的青色层在上面。在相纸乳剂的底层，影像不可避免地会发生轻微柔化，但是把黄而不是浓重的青放在底层时，这种现象就减轻许多。乳剂的感色性有变化陡峭的、间隔良好的曲线尖峰——它们和胶片影像的三种染料的最大光谱透射相吻合。请记住，放大相纸接受的光线和照相机中胶片接受的光线不同，它接收不到景物的各种色彩——每一种颜色都已经被简化成三种已知染料颜色的组合。在光谱的某个位置上，放大材料对光线的敏感程度非常低，所以完全可以在会使彩色胶片雾化的安全灯下使用放大相纸（图 10.9）。

在设计负／正彩色放大材料的时候，已经考虑到同一厂家的彩色负片的特性。就反差和胶片上使用的合成色罩来说，二者是“调整好了的”的。把甲厂家的底片印到乙厂家的相纸上，操作时可能需要大量的过滤，但获得的结果是自己创造的风格，这是利用了混合使用染料特性的缘故。

由于制造过程的微小变化，某些牌号的彩色放大材料的包装上会注明相对于其它批号的相纸、滤镜与曝光量的变化，这很像单页

图 10.11 把相纸从冰箱中取出后的推荐升温时间

相纸尺寸	包装形式	从 2℃至 21℃	从 10℃至 21℃
20.3×25.4 厘米(8×10 英寸)	100 张盒装	3 小时	2 小时
40.6×50.8 厘米(16×20 英寸)	50 张盒装	2 小时	2 小时
8.9 厘米(3.5 英寸)×240 米	卷装	6 小时	4 小时
20.3 厘米(8 英寸)×80 米	卷装	7 小时	4 小时

彩色胶片。在使用完一包彩色相纸又开启另一包时，如果它们不是同一批号的话，就应该调整滤光值或曝光时间（图 10.21）。每次大量购买相纸时，应保证它们全是同一生产批号的产品，存贮放大材料也应多加小心。和其它彩色感光剂一样，彩色相纸也需要控制适当的存贮环境。包装要封严，存放在 10℃ 或更低温度的冰箱中，但在使用前要留出时间让相纸温度恢复到室温，以避免材料表面凝结水气。

正/正彩色放大

用正片而不是负片放大照片有两个主要优点：

1. 能够看到自己打算取得的目标。从胶片上容易判断出色彩平衡、肖像人物表情、布光等逐项内容。放大出的照片既可以保留这些最佳特征，又可以做剪裁画面，控制色彩、密度等特殊处理。

2. 正/正方式提供了几种最好的展现手法。不仅可以放制照片，而且还有一张透明片——既可以用于投影，也可以用于制版印刷——印刷业更偏爱这种形式的彩色影像。

然而，由于透明片是用于直接观看的最终结果，而不是为彩色相纸设计的，所以它没有合成色罩，反差也比负片大。这些特点限制了用它放大的质量。例如，高反差幻灯片，特别是光线强烈时拍出的幻灯片，放大效果有可能令人失望。此外，和负/正相纸比较，正/正冲洗工艺步骤更多（发色）或更有害（染料一漂白）。

最适合正/正印放的幻灯片是反差适中或偏低，照明均匀和曝光不足的底片。事实上，由于在印放中能够使画面稍稍变浅、变亮，所以曝光有一点点不足，色彩较浓的高光画面更容易放大，但对曝光过度的影像，没有一种手段能恢复其褪色的画面。幻灯底片一定要洁净无瑕。任何一个疵点在正/正相纸上都变成一个黑斑，和负/正相纸上面白色污点相比，黑色更难修除。

实际操作

将底片送入放大机，缩小光圈，按相纸生产厂家针对幻灯片牌号推荐的滤光值做好初调。先做正确曝光试验，然后做色彩试验。有一种试验装置曝光时可以挡住遮幅框中的相纸，使用时先抬起其中的一片。如有可能，将遮幅框复位，重现影像的同一部位。如果没有分析仪，使用遮幅框对每条相纸施用不同的滤光和一系列曝光量，也能尽快地得到正确的曝光值。参看图 10.12。以估测值或测定值为起点，每次增减曝光量 50%，从中选出正确值。改变镜头光圈使曝光时间限制在 5—30 秒内。这样做可避免因倒易率失效造

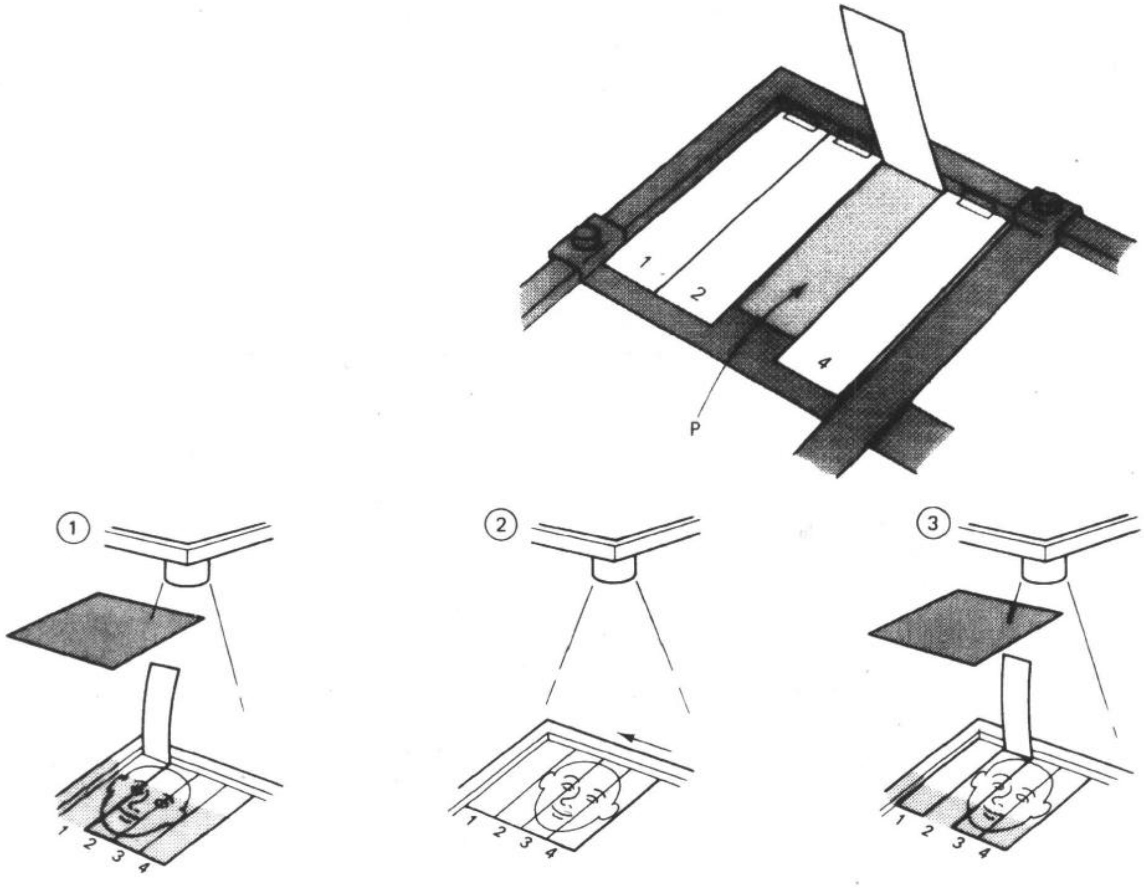


图 10.12 用一整张相纸获得最多试验参数的方法。放大尺寸板上绞接着四条表面为白色的不透光挡板，这样相纸（P）每次只有四分之一曝光，根据相纸厂家推荐的胶片类型调节滤光值。1. 抬起挡板 1，按不同的曝光时间对三块样条进行曝光，同时使用卡纸进行遮挡。2. 放下挡板，遮好相纸。再次接通放大机电源。移动尺板，使 1 中曝光的影像落在挡板 2 的位置上。按照一个方向增加或减少适当的滤光值。3. 关闭放大机电源，抬起挡板 2，再次对三块曝光样条进行曝光，对挡板 3、4、做相同的操作。冲洗后，整张相纸将表现出三种曝光量下的四种滤光值。做好记录。

成的偏色。

冲洗已经曝光的相纸（第九章），干燥后在标准灯光下评定照片的密度和颜色。请记住，最暗的那段相纸对应着最少的曝光量（见彩图 10.13）。挑出曝光最好的那段相纸，将其和幻灯片加以比较。如果这个样条看上去太黄，就应该减少黄色过滤值。如果看上去太绿，那就等量地减少黄和青，但是如果这两种滤光镜值已经是 00，那就用增加品红来代替。不要同时使用三种滤光镜，避免造成中性密度状态。滤光镜变动 10 个单位只能形成肉眼勉强可辨的效果。要想获得更明显的效果，应调节 20 个单位或 30—40 个单位——所有的调节量都比负／正彩色放大中的正常使用量要高。要养成在照片背面或笔记本上记录滤光值和曝光时间的习惯。重新调节滤光值，核实一下滤光变化是否需要调节曝光量来配合。用相纸制造厂商提供的表格（见图 10.18）来计算这一调节量，也可以用分析仪来测定调节量。

最终照片上需要的效果	使用正/正放大材料	使用负/正放大材料
影像较淡	增加曝光或(局部)加光	减少曝光量或(局部)遮挡
影像较暗	减少曝光或(局部)遮挡	增加曝光量或(局部)加光
蓝色不足	减少品红和青或增加黄	减少黄或增加品红和青
绿色不足	减少黄和青或增加品红	减少品红或增加黄和青
红色不足	减少黄和品红或增加青	减少青或增加黄和品红
黄色不足	减少黄或增加品红和青	减少品红和青或增加黄
品红色不足	减少品红或增加黄和青	减少黄和青或增加品红
青色不足	减少青或增加黄和品红	减少黄和品红或增加青
白色边缘	雾化相纸四边	用尺寸板遮框挡住相纸四边

图 10.14 彩色印像控制效果。

局部遮挡和局部加光

这种技术可以使照片上选定的部位变深或变浅，对于一直用负片放大的人，在开始使用时它会显得有些陌生。遮挡画面中平淡的部位，它们的色调就变深，其余大多数部位曝光量增加就变浅。照片的四个边框，由于相纸的边缘在尺寸板遮框下面，所以呈黑色。若要照片的四边为白色，必须在影像部分曝光后对这些部位进行雾化：用黑纸挡住画面部分，这很像负/正印放时制做黑色边框一样(见《基础摄影教程》)。采用滤镜遮挡，能够校正局部色彩。例如，室外拍摄的部分画面由于蓝天的影响，阴影部位极度偏蓝，放大时就用数值为 10 的黄色 CC 滤光镜遮挡。(不要使用 CP 醋酸酯滤光片——在镜头和相纸之间使用它们会破坏照片的清晰度）。如果遮挡还带来了暗部变深，超出了需要，那就在纸卡上剪一个洞并蒙好滤光片，对这个部位进行额外曝光。局部加光可以使暗部变浅变亮。

如果照片的反差过高，那就一定要降低幻灯底片的反差，办法是用一张有微弱影像的黑白接触印像用的底片蒙在幻灯底片上。另一种更快捷的方法（虽然效果很有限）是在曝光之后试着对相纸“闪光”。具体作法是：将幻灯底片从放大机取出，用中灰密度 2.0 滤光镜（N.20）罩住镜头，开启放大机再重复一个刚才的曝光时间。采用染料—漂白材料时，可以稀释显影液来减少影像反差。

制作正/ 正印放环形对比图

制做一套像彩图 10.15 那样的照片对比图，能帮助初学者认清校正偏差需要的滤光镜种类和数值。选用的幻灯片画面应具有淡雅的色彩和灰或白的色调。主体要便于判读，例如柔光下的白皮肤人像，这种幻灯片制作的示意图效果好。先用尽量准确的曝光量和滤光值放一张小照片，然后以 20 或 30 为单位增加滤镜值（或减少补色滤镜值），依次用品红、蓝、青、绿、黄和红放大带有偏色倾向

的小照片。将这些照片贴在纸板上，同时标出在此基础上校正时必须减去的滤光值。在判断用其它幻灯片放出的样条时，将这套图片放在看片灯下，通过对比有助于确定样条的色泽和色彩的浓度。

负／正彩色放大

用彩色负片而不是彩色正片放大照片的好处是：大多数光照条件下拍出的底片都能放出较好的效果。彩色负片表面有曝光适当的内在蒙片色罩，这种底片含有的信息允许在放大时对颜色和色调做最大限度的调整，不会带来副作用，例如，平淡的暗区或高光区。然而，要想评判彩色负(底)片并不容易。由于底片上有淡淡的色罩，影像的色彩呈它们的补色，所以除了最明显的参数，要想评判色彩平衡是不可能的。同时，底片看上去往往比实际密度要厚。透过一段没曝光但已冲洗的胶片来检查底片是有帮助的（例如胶卷的头和尾）。色罩的颜色使目光得到滤光，也减轻了底片上的色罩密度。避免使用暗部重要细节表现不足或朦胧不清的底片。像黑白放大一样，当你遮挡这些部位时，影像的色调会人为地造成平淡，还可能表现出某种色泽。(参见彩图 10.16)。

实际操作

用负片接触印片时，步骤与黑白操作相仿。在放大机的尺寸板上投射出均匀的光束，将若干条底片插入接触印相框玻璃片下的底片槽里。光圈缩小二至三挡。如果是第一次印放这种彩色底片，又没有任何分析手段或以前的分析结果，就从 40 黄、30 品红开始（除非为了某些特殊效果，青色滤光在负／正印放中很少使用）。将半张相纸放在这些底片下，按黑白印放的参数，给出一系列加倍的曝光。在相纸的背后，记下滤光值和曝光时间。冲洗、烘干相纸，在看片灯下加以判断。如果曝光有误，可以再次试验，但在评估色彩之前，可尽量先校正密度（至少要使这些底片条中的主要部分达到满意）。

在初始阶段，凭视觉评判色彩是一个颇具挑战性的工作。其规律是：要降低一种色调，就要减少这种颜色的补色滤光值。一定要时时牢记彩图 10.17 表示的“双三角”规律，它揭示了原色与二次色（合成色）之间的关系。例如，如果样片看上去偏绿，那就减少品红的滤光值。这时，放大机的灯光中绿色成分较强，结果负／正彩色相纸表现出更多的品红色。为此，初调的 40 黄、30 品红因减少 10 品红而变成 40 黄、20 品红，以达到适度的色彩变化。05 单位的滤光只能使色彩产生刚刚分辨出的效果；要想获得较大的效

滤光片 颜色深度	滤光片颜色 黄	 品红	 青
05	×1.1	×1.2	×1.1
10	×1.1	×1.3	×1.2
20	×1.1	×1.5	×1.3
30	×1.1	×1.7	×1.4
40	×1.1	×1.9	×1.5
50	×1.1	×2.1	×1.6

图 10.18　改变滤光片对曝光的影响。该表是以柯达 CC 黄、品红和青—2（C—2）滤光片。在改变滤光片时，曝光时间除以原来滤光片的因数，然后乘以新滤光片的因数。如果同时改变两种滤片，那就先乘以它们的因数。这种做法对印放幻灯片和负片都适用。

果，可以使用 20 或更多的滤光变化。

如果当前已没有足够的滤光值可供减少，那就增加与照片色调相匹配的滤镜。例如，样片的滤光值是 50 黄、40 品红、00 青，它看上去约有 10 个单位的偏黄。由于眼前没有青，所以不能减少 10 个蓝（=10 个品红+10 个青），为此，改用 60 黄、40 品红、00 青来代替。每改变一次滤光，还要查一查厂家提供的参考数据，看看是否还需要补偿曝光（参考图 10.18）。

一旦用接触印相法得到了一套良好的照片，就可以从中选出要放大的画面，拿去放大。滤光值在放大时有可能同接触印相时的滤光值相同，但对彩色和曝光需要重新试验。

局部遮挡和局部加光

彩色放大中使用的局部遮挡和局部加光技术与黑白放大中的相同，它针对选定的区域遮挡或加光，否则照片会太暗或太亮。然而，有时额外曝光使画面变暗的同时，平淡的中间影调也会带上过重的色彩。在这些部位，可以求助下面的方法：在镜头和相纸之间使用选定的明胶彩色 CC 补偿滤光片（不是醋酸酯 CP 型）。也就是说，如果打算让加光的部位带上黄色，那就在带孔的纸卡上罩一层淡黄色滤片，例如 10 个黄（CC），随后做加光操作。另一个替代方法是：仅在额外曝光时滤光头中增加等量的黄色滤光片。反之，对深暗部位做遮光操作时，如果暗部具有不合意的绿色调，那就使用绿色补偿滤光片做遮光工具，如 30 绿（或 30 黄+30 青，CC 型）。如果滤片颜色太重，那就将遮挡时间分成两部分，一部分用滤镜遮挡，其余时间用不透光的工具遮挡。如果底片（负片）反差太大或太平淡，对放大不利，试试选用其它厂家的相纸做交叉印放。另一种替代方法是：用很薄的黑白蒙片来减少或增加反差。

制作负/正环形对比图

用自己的设备放大一套画面相同，滤光值不同的照片，这是一种判断滤光值变化的视觉工具。对颜色互补的负底放大来说特别有用。制作时，挑选一张光照均匀，画面内容易于分辨、曝光精确的底片。拍摄时的光线与胶片类型必须匹配（除非操作者对其它组合已经熟悉习惯了），同时，画面中应包含一些中间影调或色彩平淡的区域。先用正确的颜色和密度印放一张照片，然后用六种颜色——蓝、青、绿、黄、红和品红。以 10、20、30 的滤光值各制做一张照片。参看彩图 10.19。请记住：根据实际需要校正曝光量，以使所有照片密度都相互匹配。每张照片上都标明正确颜色和本张照片所用滤光值的差异。（这种差异所产生的视觉色彩变化始终是

一个不变的指标，与使用什么牌号的胶片无关。）全部照片的冲洗过程必须非常稳定，最好是同一批冲洗。将照片合理地组织成一张示意图，挂在评判分析照片的地方。

拿着用其它底片印放的曝光正确、但偏色的照片，与环形对比图加以比较，找出色泽最接近的照片。读读它上面标出的参数，找到样片要改变多少滤光值才能放出正确的照片。记住，避免造成中性密度，并根据滤光值的变化做必要的光量调节。有时，试放的照片会处在环形图的两组照片之间。遇到这种情况，估算出两组参数之和，再从滤光值中减去此和数。例如，如果试放片的滤光值是 40 黄、40 品红，它所对应的比较图中的照片差异参数是 10 黄，那就改变成 30 黄，40 品红；但是若样片看上去停在 10 品红和 10 红之间（即 10 黄 + 10 品红），那就减去 10 黄、20 品红，结果是 30黄、20 品红。

其它注意事项

如果操作者以往只习惯黑白印放照片，那么减色法印放各类彩色感光材料（负／正和正／正）时，有两方面的事项要加以注意：一个是一批感光材料与另一批感光材料批号不同，另一个是倒易率失效。

批号不同

有时，在彩色印放操作的中途，可能会用完一盒相纸而需启封另一盒——二者的批号不同，印在标签上的“白光”滤光和／或曝光曲线图也有可能不同。此时调整滤光的规则是（1）从放大机的当前值中减去旧包装袋上的滤光值。然后（2）将新包装袋上的滤光值加到放大机的调节值上。参看图 10.21。新包装上印有不同的曝光因数时，那就用旧曝光因数去除新曝光因数。然后将原先的曝光时间乘以除得的结果，得到新的正确的曝光时间。

曝光时间和倒易率失效

所有彩色印放材料都受低照度下倒易率失效的影响（即，大幅度降低影像的亮度，不能用延长曝光时间来充分补偿）。高密度底片或幻灯片放大时缩小光圈以及放大倍率很高时，长时间曝光下的感光剂实际上感光较慢。例如，4 倍放大率、f／11 时用 7 秒。若放大机升高 4 倍，放大率为 16 倍，经测量或计算得出曝光时间变成 112 秒。然而，用这样长的时间曝光，照片呈曝光不足；若进一步增加曝光时间，密度变得正常，但色彩平衡和反差发生变化，这

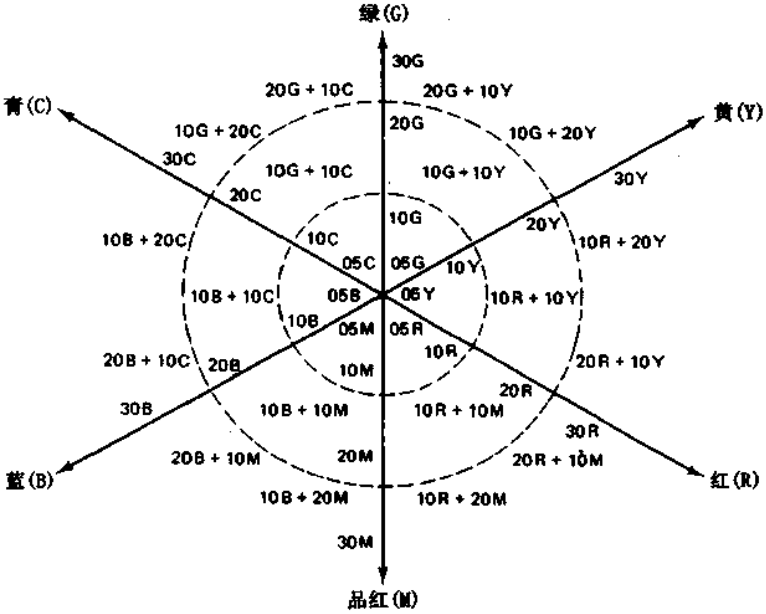


图 10.20　滤光镜颜色与强度的关系图。滤光最强的滤光镜离中心最远。利用滤光片的组合，可以在主要的轮辐之间改变光线的颜色——例如，选择呈淡黄的橙色（10 红 + 20 黄），或淡红的橙色（20 红 + 10 黄）。图中的滤光镜值适用于拍摄和印放的彩色补偿滤片（CC）；也适用于彩色放大头中相对较强的滤光镜。为了形成红、绿和蓝，可使用黄、品红和青色滤光镜的组合。

是每种感光层的反应各不相同所致。

避免产生此类问题的最好方法是尽量变动镜头光圈，使曝光时间限制在 5—30 秒内。所以上面放制大照片的例子最好是用 f/ 5.6、28 秒。因此，为大照片设计的彩色放大机需要强力光源。这类放大机有些在靠近灯的地方设置一个光阑，它能很方便地降低亮度，以便放制较小的照片时不需要改变色彩的成分。

色彩/曝光分析手段

有关滤光片的计算和推测越少，制作出优质彩色照片的过程就越短越快。可供选择的分析手段很多，从廉价的观察滤片到昂贵的彩色视频仪，这些设备中包括一些最基本的彩色印放试验装置（例如，一种装有不同滤光片的卡板，通过它们可以在一张彩色相纸的某一部分制作一张样片）。这部分相纸主要会呈现出中灰色调的影像，从而告诉你需要多少滤光值。以下介绍的所有设备都是为负/正印放方式设计的，其中大多数也能用于正/正方式。

观测滤片

如果通过一只颜色和强度都适当的滤光片观看一张有缺欠的试放样片，就可以确定放大滤光值的最好修正量。看片时应透过醋酸酯彩色印放滤光片（CP）来看照片。例如，用放大机滤光片匣中

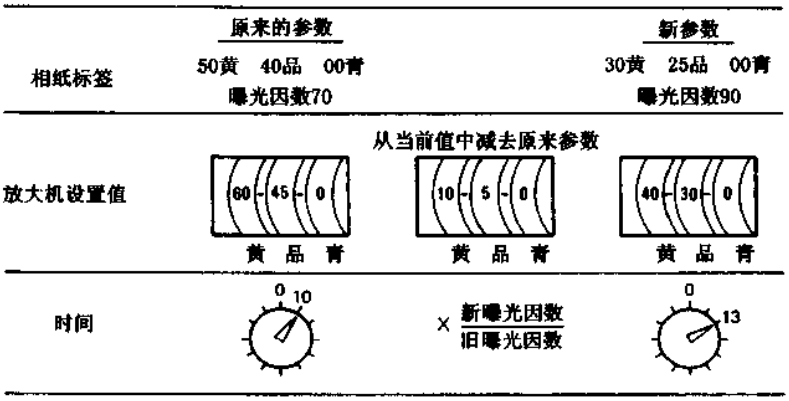


图 10.21 在彩色印放过程中，从一个批号换用另一个批号的相纸时，要比较这两批相纸的标签。根据数值的差异重新设置滤光值和曝光时间，以保持印放效果不变。参看正文。

的滤光片，也可以买一套有衬框的类似的滤光片（见图 10.22）。照片放在标准看片灯下，滤光片放在照片和眼睛之间。滤光片不要罩住整个画面，观看时间每次不要长于数秒——反复遮住、拿开。疑视时间过长，眼睛会适应照片上的颜色，得不出正确的判断。

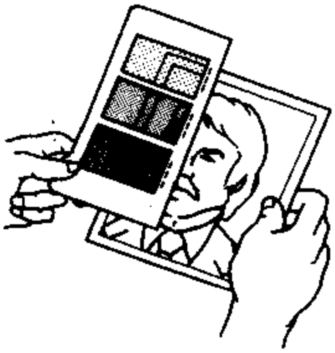


图 10.22 观看彩色照片的滤光片。需要六片一套的三色滤光片卡。每个卡上的滤光片颜色相同，但深浅不同。从中挑选出能使样片色泽校正到最佳程度的滤光片。

如果试放样片的颜色太“暖”，试着透过蓝、绿或青色滤光片观看，如果颜色偏“冷”，就试用黄、品红或红色滤光片。观看彩色透明片时，多是透过滤光片观看高光部位，而不是看阴暗部位。目的是判断照片变成较明快的中间影调需要作出的修正。找出使这些影调看上去正常的滤光片，在衬框上读出放大需要的滤光变更值（负/正印放值印在边框的一侧，正/正则印在另一侧）。另一个方法是，如果透过醋酸酯彩色印放滤光片（CP）观看，那么负/正印放的原则是：在放大机的滤光值中减去颜色相同、数值只有观看值一半的滤光值。例如，如果用 20 品红滤光片观看偏绿的试放样片，要想画面呈现校正的中间影调，那么放大时就减去 10 品红。如果做不到这一点，就增加 10 黄和 10 青。

电子分析仪

市面上有品种繁多的电子分析仪。它们都能对底片或幻灯片做三种颜色的测量，显示出最适合放大机和相纸批号的滤光值。这些仪器也测量曝光值。多数分析仪是和放大机尺寸板相连接的连机型。它们的优点在于测量的影像就是最终对相纸曝光的影像。另外一些分析仪是与放大机尺寸板无关联的独立型。它们很像监视冲洗过程的密度计，独立地工作；也可以在暗房之外、印放之前测量胶片影像。所以，一个掌握这种技能的操作员能利用它为各种各样的放大机提供服务。

独立型分析仪工作时，一定要根据放大照片的那台放大机（参数）进行调节。随后，仪器将每张底片的读数与存储器中已知的标

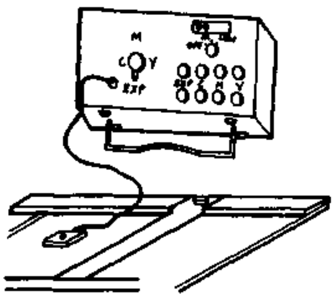


图 10.23 连机式彩色分析仪和影像探头。数字显示窗下的几排旋钮用来进行参数预置。左侧的一只四路开关是选择器，由它测定待印放影像的三种颜色和亮度。

准底片的正确滤光值和曝光量加以比较。这类分析仪最适合雇员众多，加工量很大的冲洗店，例如印放业余人员拍摄的胶片、航空测量胶片等等。最先进的独立型分析仪与视频（电视)影像结合在一起，形成了一体化结构。

连机型分析仪的使用

图 10.23 展示了这样一台分析仪：它安装在放大机旁的控制盘上，插入式的探头放在尺寸板上，它有一个很小的点式取值光孔，通过光导纤维管将光线传送给仪器内的光敏元件。转动黄（Y）、品红（M）、青（C）或曝光（EXP）的四路开关，就可以将蓝、绿、红或无色的滤光镜罩在光敏元件上。分析仪的存储器中有一组已知滤光值和曝光量的影像读数，分析仪从准备放大的底片上读取三种颜色的数据并和前者加以比较。

开始的步骤必须是用分析仪分析“标准”底片。它的类型应该和将要放大的底片相同，画面最好是在类似的光线下拍摄的。把这张底片送入放大机，将已知的滤光值在放大机上调好，聚焦、光圈收缩到前次放大时所用的挡位上。探头放在选定的参考部位上——最好是中灰色调或白种人平淡肌肤的色调（参见下文）。开关选定“黄”（Y），按住黄色程序按钮，直至发光二极管显示为零。对品红（M）和青（C）也重复这个步骤。使用曝光（EXP）选择挡，按住曝光程序按钮，直到数字显示是前次正确放大时的秒数。现在分析仪已调好待用。如果更换相纸批号、放大灯泡、光线混合箱，则需要进一步调节。

将参数未知的待放大底片装人放大机，探头放在近似中灰影调的部位或人体肌肤色调的部位，开关旋至黄色(Y)。调节放大机的黄色滤光值，直到分析仪的显示为零。然后用同样的步骤调节品红或青(记住排除灰色中性密度)。最后，开关旋至曝光位置，读出要使用的秒数。

如果放大机的滤光是电子调节式的，就可以将分析仪连接到放大头上，以便直接调节。插入式模块能事先将要用到的相纸批号特性程序化。此外，还可以用开关将分析仪的电路从负／正转换到正／正工作方式。

点式和综合测量方式

点式取值的底片分析仪很像相机中的点式测光系统，只要合理地选择画面中的取值部位，它的选择性和精度都非常高。标准底片和将要放大的底片都应该含有可直接比较的素材。中灰色调最理想，也可以放宽到白种人均匀肌肤的色调(绝不能测量深暗的部位

或特殊的高光部位——这两种极端的色阶会导致色彩和误差)。最不容易判读的内容是不熟悉的科技题材，绘画和艺术作品等等。若画面中包含一条灰色级谱，供分析仪做可靠的读取标准，那么，对放大会有不可估量的帮助。灰色级谱放在画面的边缘——将来可以剪裁去掉，照明要均匀，强度和色温都要与主体相同。在没有可供测量的标准时，采用综合测量方式可以得到更好的结果。

综合读取方式的前提是假设整个影像的光照混合后，形成“平均”相等的中灰。测光时用一个强漫射罩蒙在放大镜头前。常见的方式是一切都装入一个特殊的探头，用它替代点式探头。在测量标准底片和待放大的底片时，将探头靠近镜头。做综合测量时，不必对画面做判断工作。但是，和普通的照相机测光一样，若画面中主体较小，非主体区域较大，两者在色彩或亮度上又相差悬殊时，这种方法就会失效。一个典型的例子是：大片的绿草坪上有一只小白猫。用这种假设条件的综合法放大，照片会呈现出灰绿色的草地和品红色的猫。同样，在影室中，大红背景前的人物照中会出现青色的肌肤，是因为综合分析受到了过量红的影响。尽管存在着这类“主体失效”问题，对于普通拍摄物来说，综合测量法仍然应用得相当好。大多数初学者认为这是一种易于使用的方法。(见彩图10.24)。

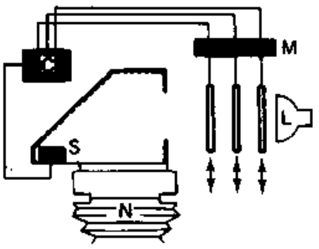


图10.25 “闭环”光源系统的基本结构。
S：光源颜色传感器
C：控制器
M：调节滤光值到零位的马达，这样光源的颜色才能始终保持恒定不变。
N：底片。

自我校正系统

某些专业型放大机内部装有彩色滤光的自我校正系统。首先，放大机的灯源部分可以带有一个“闭环回路”，在这里面三种颜色的传感器安装在滤光盒的最下部(见图10.25)，它们测量到达底片光线中的色成分。它们可以发现放大机自安装以来是不是发生了什么变化——也许是更换放大灯泡带来的变化，也许是更换较大混光盒带来的变化，或者仅仅是整个系统老化造成的缓慢变化。这些测量信息反馈回去，引起少量的补偿调节，使滤光到达零位。这样每当重新接通放大机时，它都启动一个简短的光线检查程序，确保将使用的滤光值对影像的作用和前次完全相同。

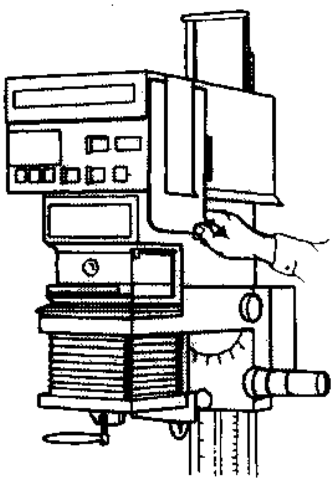


图10.26 彩色照片评判灯头。将冲洗好的中灰色照片样条夹在放大机光源的测试窗口上。传感器将照片与底片加以比较，显示出结果或做出必要的滤光与曝光的调整。

有的系统更先进，它们评价一张试放好的照片，据此来调节滤光片。首先，一定要放大一张试验样条，放大的部位选择底片影像中呈适当中灰的区域，或使用一张灰色的底片来代替。冲洗、烘干后的样条挂在放大机光源盒一侧的窗口前(见图10.26)；在某些系统中，样条放在专用的片夹中替代底片夹。这时，传感器将样条的灰色度与机内参考用灰色色块加以比较，两者都是被放大机自身的光源所照亮。传感器电路确定出滤光片和曝光量的必要修正量。据此校正二者之间的差异，然后放大下一张照片。有些放大机由电子装置实现这种校正；其它则由操作人员手动改变滤光值，直至专用

的零位发光二极管闪烁起来。这类测试分析检验所有变化因素——从灯泡到冲洗药液，多次重复这种测试分析就能得到效果良好的最终照片。

视频分析器

视频分析器是一种独立式系统——它的基本结构包括一个反向放置的放大机彩色头(构成灯光盒，照亮待放大的胶片)，一只专用的闭路彩色摄像机的变焦微距镜头对准彩色头。见图 10.30。该电视系统的三色通道与彩色相纸上相应的三种乳剂的彩色敏感性非常匹配。照片画面显示在彩色监视器上；调节一只开关，彩色(负)底片也能以高质量的正像在屏幕上显示出来。有了这种功能，评价画面的内容、肖像人物的表情……变得非常容易；通过变焦手段，还可以预视到各种不同的剪裁效果。

当不能接触印相时，这些特有的性能使电视变成一种挑选彩色或黑白底片的得力工具。做彩色分析时，调节光盒上的滤光值，直至屏幕上的画面效果看上去最好；随后将这些调整值传输给放大机。和所有独立式系统一样，视频分析器也必须接受放大机的参数和当前相纸批号的参数，经过程序化处理并保留在存储器中。这种设备非常昂贵。

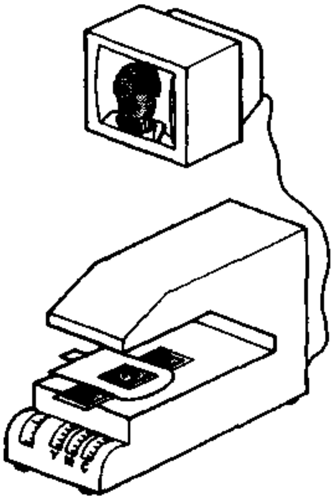


图 10.30 视频彩色(负)底片分析仪。底片(插在放大机的底片夹中)固定在灯光盒座上。内部的电视摄像机在屏幕上显示出彩色的正像画面。可以调节彩色平衡、画面剪裁，直到电视画面看上去正常为止。

加色法放大

运用黄、品色和青色滤光片来控制放大机的光线不是唯一的手段。替代的方式是用深蓝、深绿和深红三种滤光片分别曝光，调整三种曝光的相对时间就可以控制照片的颜色。如彩图 10.27 所示，每次只对彩色相纸的一层感光乳剂做有效曝光。目前只有少数放大机采用这种“三色”原理工作，虽然它仍然是最便宜的、用黑白放大机做彩色放大的方式(只需将三种明胶滤光片依次放置在镜头下曝光即可)。对于正/负和负/正作品，冲洗店中使用的某些彩色扩印机就采用这种方式。这种方式还可以把电子记录的画面制成照片——从计算机、电视录相带的各幅画面或静止画面的视盘中取得信息——因为视频通道是在 BGR(蓝、绿、红)信号的基础上工作的，对它们可以分别显示并依次曝光。

用加色法放大做彩色密度试验的最好方式是做一张“方块曝光图”。例如，用负片在负/正相纸上放大一张照片，见彩图 10.28。首先对整张相纸做 10 秒钟的蓝色曝光。然后不移动相纸或影像，用绿色滤光片替代蓝色滤光片做 10 秒、15 秒、25 秒的窄条曝光。最后，变换 90 度角用红色滤光片做 5 秒、7 秒、10 秒的窄

条曝光。样张冲洗后则展示出各种不同的组合效果。

分析样张，根据下面的原则调整颜色：负／正放大时，使用照片上不需的那种颜色的滤光片(一片或多片)，增加曝光；或透过这种颜色的补色滤光片(一片或多片)，减少曝光。为此，如果负／正照片中效果最好的那一块品红色过重(即：过多的光线影响了相纸的感绿层)，那么就要缩短绿色滤光片的曝光时间。

改变任何一种滤光片的曝光时间也会影响全面密度。一张用负／正方式放出的照片，曝光量分别是蓝色 15 秒，绿色 20 秒，红色 10 秒，影像会太蓝。你可以将蓝色曝光量增加到 20 秒给予补偿，所以原来的曝光量由 15 + 20 + 10 = 45 秒变成 20 + 20 + 10 = 50 秒。曝光总量的增加意味着照片也将变暗。如果仍然希望保持原有的密度，那么各种颜色的曝光量就必须成比例地减少，还保持 45 秒的总量，同时也收到了需要的色彩变化。具体作法是每种曝光时间乘以原始曝光总量除以新曝光总量的商。针对这里的例子则是 45 秒除以 50 秒 = 0.9。用每种曝光时间乘以 0.9 得蓝 18 秒，绿 18 秒和红 9 秒。另一方面，如果只希望自己的照片变得暗一点或明快一点，并不改变颜色，那么作法有(1)开大或缩小镜头光圈或(2)三种曝光量都乘或除以一个相同的量。记住：在加色法放大中，不需要做中性密度的减法。

批号的变更(加色法放大)

相纸的包装袋上标有用于加色法放大的“三色因数”。例如 R60、G80、B60(红 60、绿 80、蓝 60)。当相纸批号改变时，就使用这些因数来重新计算三种滤光片的曝光时间，正像白灯放大中需要对曝光时间进行调整一样。换句话来说，可以用下面公式确定每种滤光片的新曝光时间：

新曝光时间 = 旧曝光时间 × (新曝光因数 ÷ 旧曝光因数)。

例如，原来一盒相纸的标签是绿 80，使用的绿色曝光时间是 20 秒，当改用新的一盒相纸时，它的标签是绿 100，那么新曝光量是 20 秒 × （100 ÷ 80） = 25 秒。同样，利用盒子上标出的其它因数可以计算出红和蓝色滤光量的新曝光时间。

独特的放大设备

闪光式放大机

放大机中的钨丝灯连续光源可以用一组闪光管替代。见图 10.31。其中一些闪光管总是过滤深蓝色；另一些则总是过滤绿色

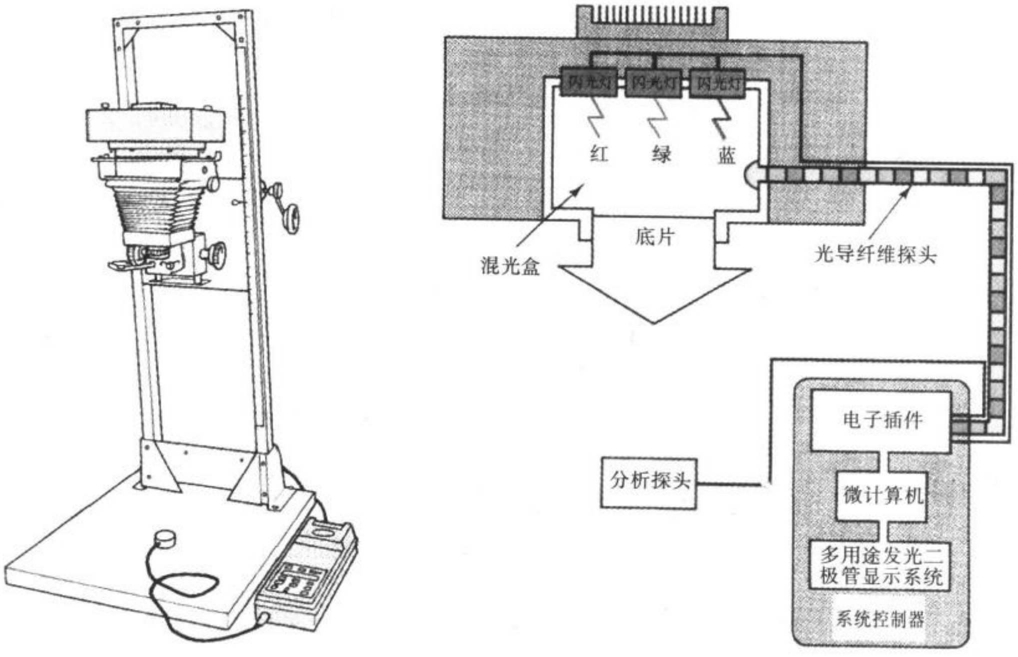


图 10.31 闪光式彩色放大机。一台连机式分析仪测定影像的颜色和强度。微型计算机把测定结果与相纸的特性参数联系起来，计算出每种带有滤光色灯管的闪光次数，并通过与放大头相连的光导纤维监控总曝光量。

或红色。用一只连机式的探头测量颜色和曝光量，相纸的特性参数要输入它的电子控制装置。曝光量是按加色法程序化的，各种灯管的闪光次数决定着最终影像的颜色。例如，为了增加光线中黄色的含量，红和绿色闪光常常增加的多些。多光源头发出的光线在到达胶片夹之前，先要混合并加以漫射。这里没有可移动的部件——分析仪通过电线直接与光源头相连。在聚焦模式下，多数灯管相继且

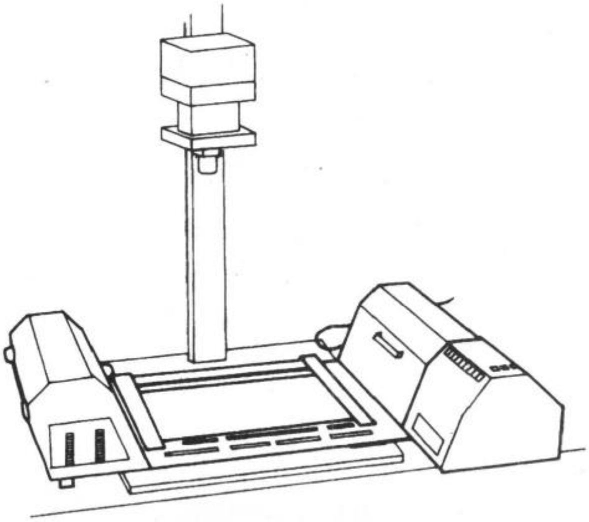


图 10.32 放置在放大机底座上的卷纸托架。该装置由电动机驱动。在不曝光时，有一白遮光板罩在相纸的表面。

有节奏的快速闪亮，放出几乎连续的光线。闪光还可以调暗，但闪光周期变长，保持密度和颜色不变，这样就为遮挡和局部加光留出了操作时间(其它加色法系统做不到这一点)。

卷纸托架

将影像投射在卷纸上而不是单张相纸上，这对于批量制作来说有很大意义。卷纸和同等数量的单页相纸比较，价格便宜、也更适合机械冲洗。卷纸感光后，送进辊式冲洗机或连续式冲洗器。需要在放大机的底部放置一个卷纸托架，替代矩形的放大遮幅框(尺板)。纸架的一侧有供纸盒，纸卷装在里面(在暗房中装)，另一侧有回收盒。相纸在可遮挡的曝光框下面，从供纸盒进入回收盒。一块表面为白色的不透光挡板可以罩在相纸的感光面上。在暗室点亮白灯的情况下，它的作用是使相纸免遭雾化，此外，还允许在放大灯光下进行聚焦和构图等操作。曝光前打开挡板，曝光后关闭挡板，同时被触发的卷纸装置卷过一段设定长度的相纸。所有这一切都是由一只手动开关或一只地面上的脚踏开关控制的。

由于快速和便利，那些体积笨重的扩印机也广泛地使用卷纸。它们可以在黑暗中装纸，也可以使用供纸盒，然后在明室中操作，很像使用一个工作台。卷纸的最大典型长度是275英尺，可以用高于每小时250张8×10英寸照片的速度加工。

对于任何一台卷纸扩印机来说，如果必须加工各种画面的照片，那么真正精确的滤光/曝光分析系统是必不可少的。如果希望看试样，那就将一批底片中的每张都做一个窄条曝光试验，冲洗这个长度的相纸，分析结果。根据每个样条记下必要的修正量，再正式扩印大量的照片。

彩色试验室的其它步骤

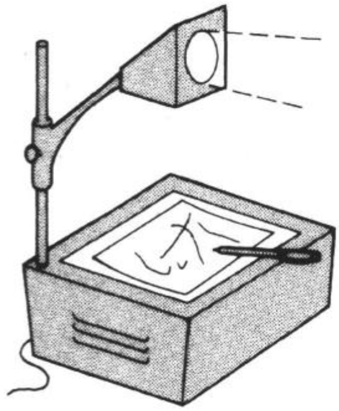


图10.33 反射式投影仪。放在灯箱上的透明片和物体在远处的屏幕上形成大比例的影像

展示彩色透明片

把彩色负片乳剂涂布在单页纸张和卷片上，你可以放大各种供公开展示的影像。这些材料(例如，Duratran)中的某些材料是属于负/正工艺，需要在RA-4化学药剂中冲洗，尽管所需时间要比冲洗相纸要长一些。其它一些材料(例如，埃克塔克罗姆投影材料或伊尔福克罗姆展览胶片)是根据正/正原理工作的，允许你从彩色透明片直接印放照片，但是要求使用特殊的R-3或染料—漂白反转冲洗。

负片材料可使用各种片基创作，为不同用途而设计。例如，使

用透明片基，你可以制作 10×10 英寸的标准透明片作为视觉辅助影像在销售展示会或学术研讨会上用投影仪向众多听众展示。较大的透明片可以放在装有柔光屏的灯箱上展示，而且由于你可以把几张透明片叠合在一起展示，所以这是一种把几张影像合成在一起或给影像配上文字的最简单方法，以求取得合成影像。在半透明的半漫射片基上的负片乳剂允许你在灯箱上或在无遮蔽的条灯前展示放大的影像——用于广告牌、展览会上有灯光照明的展板、画廊、商店和饭店等。这可能是制作和展出高质量的彩色影像的最有效的方法。它还意味着你不再需要大型座机来制作大幅彩色透明片。

所有负片材料都比同样尺寸的纸基产品要昂贵许多。它处理起来与相纸方法类似，但是在曝光之前要把一张无光泽的黑纸插在这种胶片和你的白色遮挡尺寸板之间，以避免光线通过片基反射回来。当做试验时，你必须在作品最终展示时所用的同样照明系统下观察和判断你的冲洗结果。例如，投影用透明片必须要比专门用于灯箱展示的透明片颜色要淡一些。

你可以在放大机下通过接触印相方法对 4×5 英寸单页式中间负片进行曝光，或者用投影办法把影像投射到这一画幅内。例如，把这张胶片放在放大机尺寸板上的普通 4×5 英寸双面页片夹里。把一张白纸装进一面，这样你可以安排你的投影影像并聚焦，然后，当你准备对这张胶片曝光时，把底片夹倒过来并去掉护套。

另一种方法是使用拷贝机。借助钨丝灯灯箱按 1:1 的成像，将 35 毫米的幻灯片拷贝在 35 毫米中间负片上。见图 10.35。尽量不要使中间负片的影像小于原件，然后在印相时又放大回原样。为了获得最好的光学效果，改变大小时要仔细微调。冲洗中间负片所用药液与冲洗普通彩色负片所用药液相同。

用幻灯片制作彩色中间底片

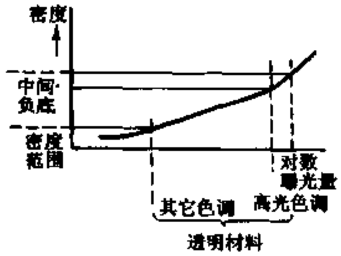


图 10.34 彩色中间负片。三种相互匹配的感光层各有一条特性曲线，这是其中的一条。它显示了如何正确曝光，以便用相对低的反差在拷贝负片上记录下原透明材料的暗部和中间色调，而不是高光部位的色调。

通常，利用幻灯片和其它透明片直接在正/正感光材料上放大，作为一种替代方法，也可以将正片转制成彩色负片，然后用负/正相纸制作照片。只要你的原始底片质量很好，使用专用的中间彩色胶片制作(负)底片效果将非常好。

中间底片有三种特殊的性质：

1. 频谱很窄的蓝、绿和红色感光性能非常适合彩色胶片中的影像染料最大限度地吸收黄、品红和青。在这一点上，中间负片更像相纸材料，而不像普通相机中使用的胶片。

2. 发色形成的黄、品红和青色影像染料(和其它彩色负片一样)能够很好地适应负/正彩色相纸的灵敏度。然而，中间材料另外有整体色罩，它可以对原始底片的彩色染料和自己各感光层中形

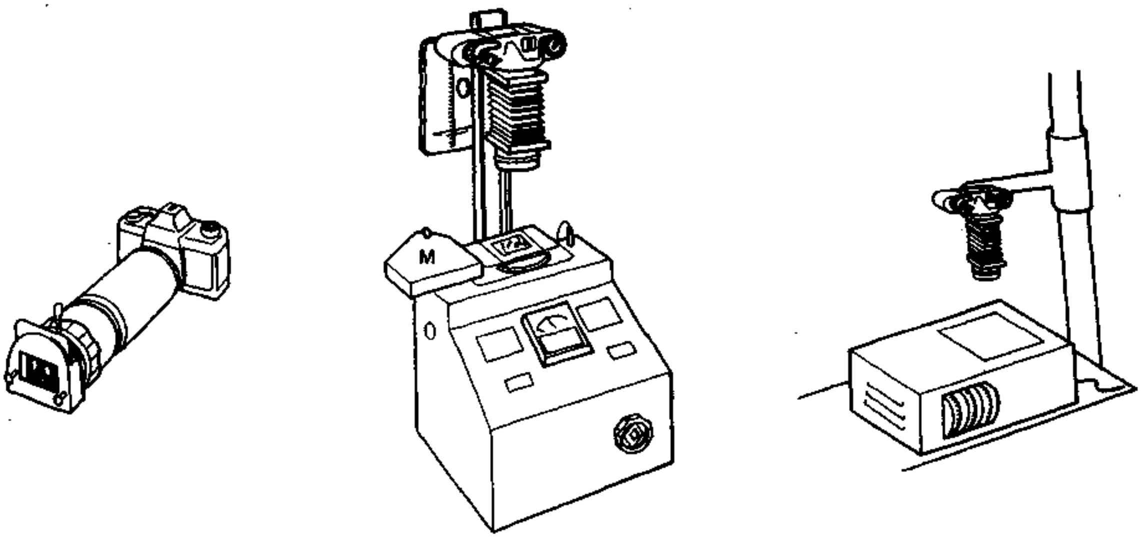


图 10.35 35毫米拷贝系统。左：结构简单的筒式附件和1:1近摄镜头(待拷贝的透明片固定在一个乳白色塑料漫射器上，图中未显示)。中：带有闪光灯和造型灯的翻拍仪。回转装置M，是一块带有面朝下传感器的测光表。控制装置可升起或降低内部的闪光管，对密度不同的幻灯片加以补偿。右：将彩色放大机的混色头倒置就可以组成一个钨丝灯拷贝箱，箱上的控制系统可以调节色彩平衡。

成的染料方面存在的缺陷加以补偿。

3. 依靠每种彩色感光层中的低反差，较慢的感光速度和反差稍高等几种感光乳剂的共同作用，中间胶片有一条不寻常的特性曲线，见图10.36。正确曝光时，这种胶片在它的低反差区域中记录下幻灯片的暗调和中间色调(对幻灯片原本为投影而设计的高反差做了补偿)。然而，幻灯片的高光部位对应着曲线的陡峭部分，所以这部分的反差和亮度大部分被保留下来。底片避免了灰雾及平淡的色调——这往往是拷贝底片特有的标志。这效果很像用了高光蒙片，但这蒙片是在底片内部。

使用4×5英寸的单页式中间胶片可以在放大机的灯光下用接触法曝光，也可以采用投影方式将影像充满胶片的画面。例如，把胶片放入放大机尺寸板上的普通4×5英寸双边散页片底片夹中。把白纸装入一边，这样你可以对投影的影像定位和聚焦，然后，当你准备对胶片曝光时，翻转底片夹，抽出白纸。

另一种方法是使用拷贝相机。见图10.35。借助钨丝灯灯箱按1:1的成像，将35毫米的幻灯片制作在35毫米中间胶片上。尽量不要使中间底片的影像小于原件，然后在印相时又放大回原样。为了获得最好的光学效果，改变大小时要仔细微调。冲洗中间负片所用的药液和普通彩色负片使用的相同。

用幻灯片和透明片复制幻灯片

使用低反差的35毫米复制用彩色反转胶片就可以做彩色幻灯片和其它透明片的复制工作。图10.35展示了几种设备，只要配上

35 毫米相机和微距镜头，每种设备都能用来复制幻灯片。相机的TTL 测光系统测光时考虑了近摄因素的影响。有些复制设备自己带有光源——或是配有带造型光的闪光灯为日光型胶片提供照明，以便聚焦和测光，或是颠倒的放大机(钨丝灯)光源。稍简易的复制设备没有自己的光源，使用时镜头必须指向适用的光源。这类设备将待复制的幻灯片放在光学镜筒的远端，形成 1:1 的影像。由于相机和待拍物紧密稳定地联成一体，所以能选择相当低的快门速度曝光。最精密的复制仪装有一种设备——曝光过程中可以向镜头中导入少量的均匀白光。这束光具有降低被记录影像反差的功效——它很像放大过程中的“受控闪光”。使用这种手段时不可过度，否则暗部开始雾化，看上去变灰。

由于这些方式复制的幻灯片在清晰度和色调层次上比不上原始的画面，所以事先若知道将来需要复制件时，最好是多拍几张原始景物。然而，对那些有某种偏色的幻灯片，加用补色滤光片复制，可以在一定程度上改善原片效果。例如，加用 20 品红或 30 品红的滤光片复制，能大大降低日光灯照明造成的绿色(暗部校正得稍有过度，亮部则校正不足)。还可以在复制时增加曝光来改善一下密度稍大、曝光不足的幻灯片。复制仪还具有其他一些有用的功能，如制作幻灯片叠加，多次曝光等特殊效果。复制用胶片用常规的 E-6 彩色反转药液冲洗。(参见彩图 10.36)。

用黑白底片制作彩色照片

用黑白底片在负／正彩色相纸上放大照片，得出的效果好像做了调色处理。制作出的照片整个画面可以是一种颜色，也可以是不同的区域有不同的颜色，甚至从中性向彩色逐渐变化(见彩图 10.37)。待放大的底片和一张没感光，但已冲洗的彩色胶片叠在一起。它的淡黄色色罩代替了产生中性色所需的浓重滤光，放大时就可以广泛地选用滤光片生成彩色效果。

首先，为了达到中性的黑白效果，你必须估计出基本的滤光值，然后做一组曝光试验：在一张相纸上做遮挡窄条曝光，每次使用大数值的不同滤光片(50 个单位)，并且根据冲出照片的颜色和色泽的浓度，逐次换用较小单位的滤光片，直到获得中性色调。这样，你就可以选用适当的滤光值，来使照片增添色彩——例如，减少黄或增加青来获得暖色调。为了在选定的若干区域改变照片色调，在进行主曝光时对这些部位加以遮挡，改换滤光后对它们进行曝光。经过仔细地练习，你就可以获得相当柔和，色调逐渐变化的效果。例如，一张冬季的风光照片：灰绿的色泽从底部向上逐渐转变成灰蓝色。还有一种可行的方法，在大画幅黑白底片的选定部位

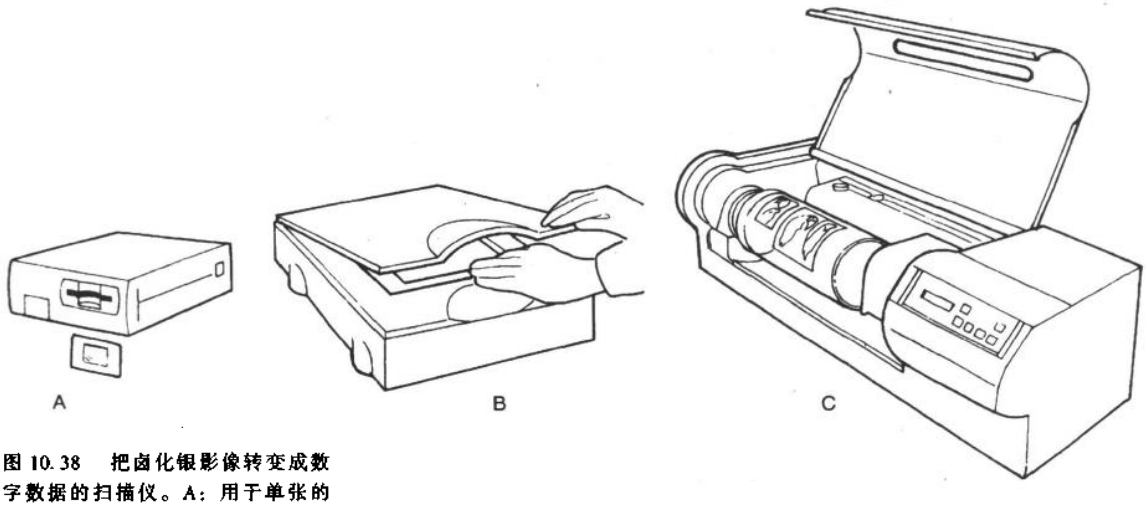


图 10.38 把卤化银影像转变成数字数据的扫描仪。A：用于单张的35毫米幻灯片或负片的扫描仪。B：平板扫描仪，可接受照片大到4A这样的反光媒体。大多数提供传送照明转换器，以便也能接受透明片。C：滚筒扫描仪。把各种底片或未装裱的照片用胶条固定在转动的圆筒上，用透射或反射光照明。

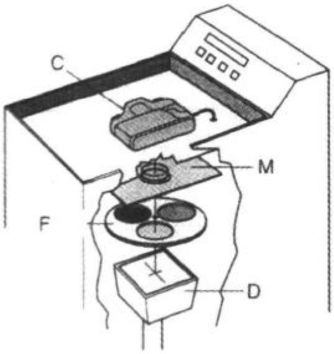


图 10.39 胶片记录仪，能把数字数据转变成卤化银胶片上的影像。D：由数字数据馈送的平面高分辨率单色显示管。对影像慢慢扫描，一次一条线。对于彩色影像来说，这三个数字文件中的每一个都要依次显示并通过转台(F)上装有的与之相称的红、绿或蓝色滤光镜进行加色法曝光。微距镜头(M)使相机机身里的胶片画面形成影像。三色每次曝光要用几分钟。影像可以用负片或正片记录下来。

进行手工着色，然后放大出呈补色的照片。

数字实验室——混合系统

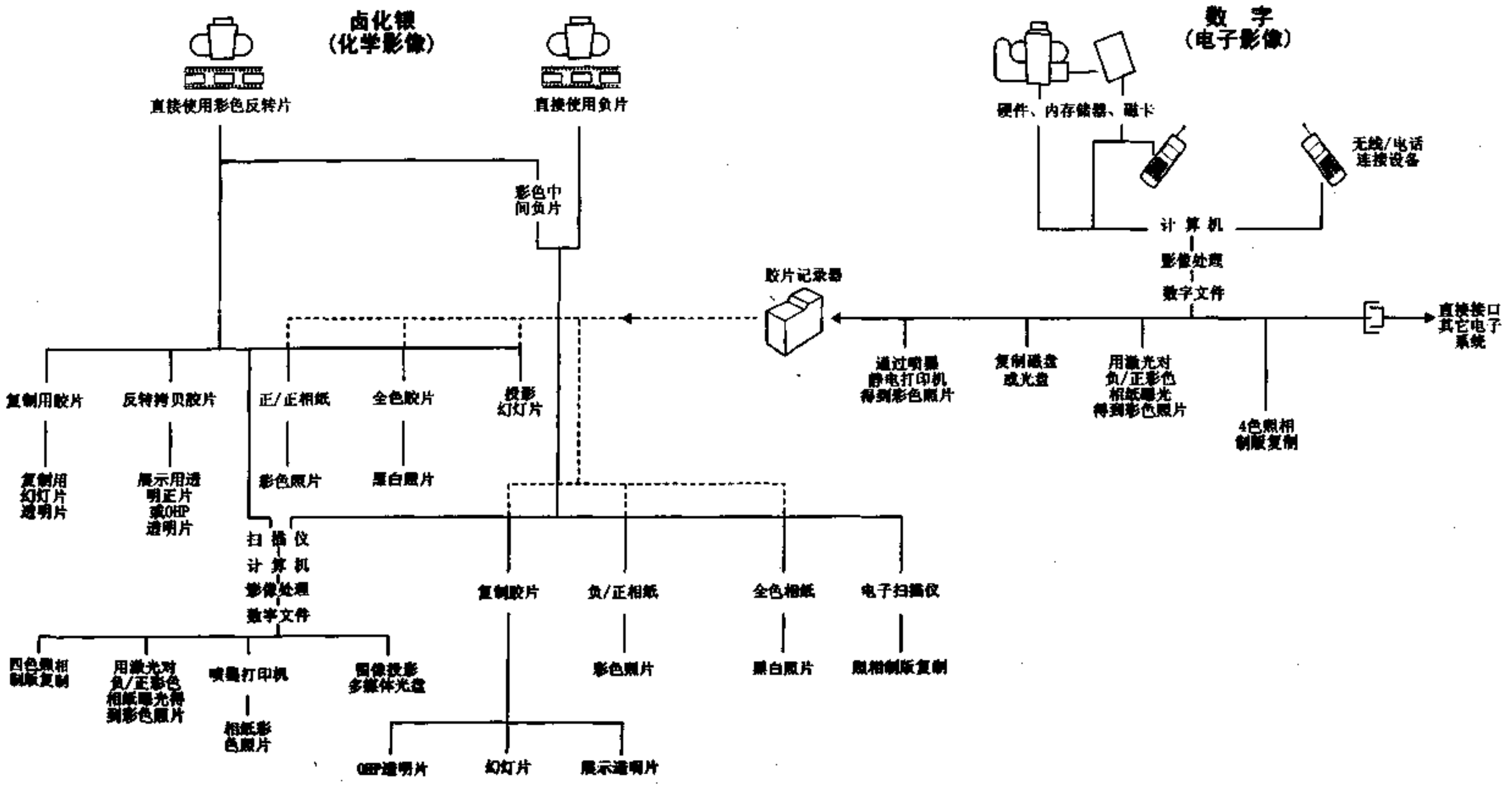
随着新的数字影像方法的出现，实验室对摄影家所起到的支援作用正在发生变化。数字影像技术的推出远不是削弱实验室的作用，而是扩大了它们的作用——现代实验室往往配置像放大机一样多的计算机，并且大量接受以光盘存储形式的作品，处理起来像加工曝光的胶片那样容易。

从影像质量、费用和时间角度讲，电子学每一次的进步发展都带来了它自身的优势和局限性。在这些互相抵触的因素之间找出最好的协调办法常常意味着把电子和卤化银方法结合起来，以便利用它们的最佳特性。(今天的卤化银工艺毕竟仍然反映了摄影术150多年的发展，并且以低廉的成本提供杰出的影像质量。)你因此可以指望在未来的某一段时间使用混合式系统工作，经过曝光的卤化银胶片影像可以在冲洗之后转变成数字文件，存储在磁盘或光盘中，随后经过电子处理，然后再转变成胶片，通过常规方法冲洗，在彩色相纸上放大。上述这几种可供选择的途径不但是可能的，而且正在研究与开发利用。从图 10.40 中，你可以看到新技术的发展，给摄影的各个方面也带来新的变化。

从卤化银影像到电子影像

装在卤化银胶片的照相机把被摄体拍下后，如果你需要把它变成数字影像文件并存储在磁盘里，那么经过冲洗的负片或透明片将需要经过某种形式的扫描仪处理。所需要的设备可能会是35毫米

图 10.40　相机影像(上)与最终影像(下)之间的流程图。该图还把卤化银(左)与数字(右)影像方法进行了比较。当有胶片记录器时，从数字到胶片的各种交叉选择是可能的。同样，扫描仪把胶片转换成数字开辟了途径。为了解更详细的数字流程图，可参见图 11.22。由于新的技术不断发展，这种比较和最佳选择也随时在发生变化。



胶片或胶卷用的专用扫描仪、为 4×5 英寸胶片和照片设计的平板扫描仪或滚筒扫描仪。参见图 10.38。其中滚筒扫描仪能提供最好的分辨率和效率，但是它的价格也是最昂贵的。扫描时间一般需要 1—3 分钟，由与扫描仪连接的计算机中的软件控制。

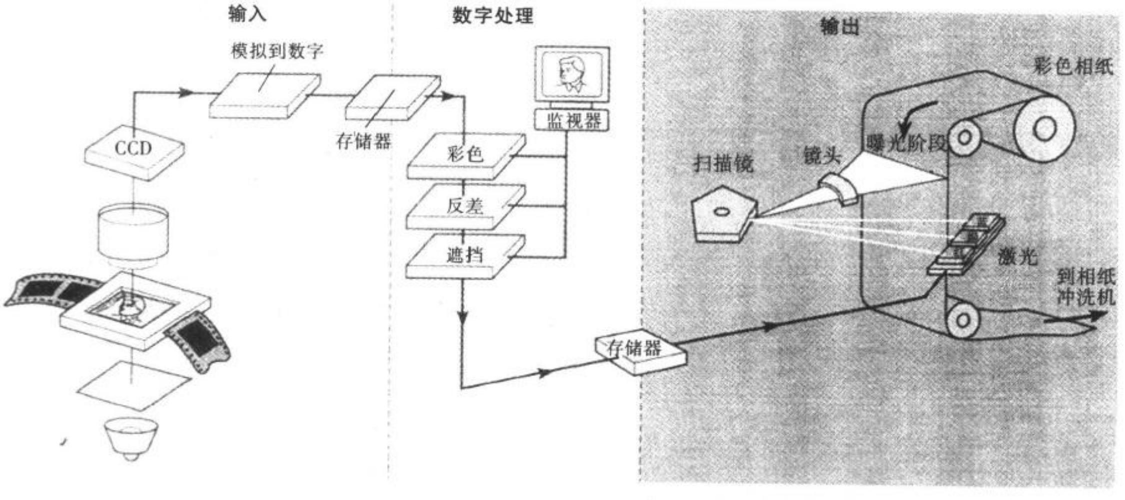
这时，使你的扫描的分辨率与你最后的照片所要求的尺寸和分辨率(点/英寸)达到一致同样是非常重要的。例如，为了在 10 英寸宽的彩色照片上取得 300 点/英寸，你可能要以 2000 点/英寸来扫描一张 35 毫米幻灯片(取得一份 18Mb 的文件，未经压缩)或者 6×6 厘米透明片需 1200 点/英寸(23Mb 的文件)，或者 4×5 英寸的透明片需 600 点/英寸(20.5Mb 的文件)。一旦你的经过扫描的照片以其新的形式成为一份数字文件，那么就可以用于数字处理、各种形式的打印、通过因特网传送等。(见图 10.40)。

某些使用卷纸的小型彩色打印机(例如，图 10.41)先扫描每张底片，然后把数字文件传送到影像处理台，在那里计算机软件自动对影像的密度、反差和色彩平衡进行校正，同时在监视屏上显示出这些变化。然后这一影像数据被传送到输出部分——含有红色、绿色和蓝色激光的打印机。这种光源因数字影像信息的作用而变得非常稳定，因为它们是作为合成的、经过聚焦的光点投射在卤化银负/正彩色相纸纸卷的表面。最后，经过曝光的相纸送到使用普通的 RA-4 化学药剂的滚筒式冲洗机中冲洗。

从电子影像到卤化银影像

现代实验室还提供“把数据写入胶片的存储业务”。这是与扫描相反的程序——胶片记录仪从磁盘、磁卡等输入你的数字文件数

图 10.41 某些摄影印放系统把普通卤化银材料的质量和廉价性与数字手段可能提供的影像控制和处理结合在一起。本图的装置使用 CCD 读出胶片的全部影像，然后通过模拟到数字转变器把影像以数字形式存储起来。正如通过监视器看到或根据自动控制软件所显示的那样，每个影像文件接下来按照所要求的彩色平衡、反差、需要遮挡的部位等进行调整。经过校正的文件随即驱动激光，把光学影像背向扫描到普通的卤化银相纸上。



据，并且输出从光学角度讲在卤化银胶片上曝光的高分辨率彩色影像。见图 10.39。该胶片然后需要根据你写入的数据在普通的 E-6 或 C-41 工艺中冲洗。胶片记录仪会在一个装有 35 毫米或 70 毫米胶片的马达后背，或负片片盒的避光的柜子里自动操作。由于每幅影像需要几分钟的扫描，带有自动马达的后背允许很长的带有不同影像的胶片曝光和卷起来，例如，这一工作可以整夜由计算机独自控制。

直接从数字影像转变成卤化银影像是目前印放大尺寸的高分辨率彩色照片的一种重要方法。几种数字打印机（“喷光”打印机、意大利得士兰达打印机、香港的“Photo Writer”打印机）具有直接从任何合适的磁盘存储的影像数据转变成卤化银影像的功能。像前面提到的小型实验室打印机，一个严密避光的装置内装由光盘的红、绿和蓝数字信号调缀的红、绿和蓝色激光。这三种光源合成一个光点，沿着大卷的彩色相纸或展览胶片的表面前后移动，见图 11.30。整个曝光时间取决于你设定的输出分辨率和影像尺寸。典型的 40×50 英寸的影像按每平方英寸 305 个点要曝光 5 分钟——这要比喷墨打印机快很多，而且省事不少。

这些直接数字打印机的好处是，特别是对于制作大幅壁画式照片来说，你不再需要巨大的暗房和水平设置的放大机。如果你的数字文件含有大量充分的数据，那么影像的分辨率会非常好，因为（重叠的）扫描线不会露出图案痕迹，而且完全不用放大机一事从光学上讲将消除影像四周分辨率减弱的现象。照片的尺寸可以马上改变，至于大卷卤化银照片材料的种类，该装置可以使用彩色或黑白筒纸，也可以使用展览胶片。

由于这种“混合式”的工作，实验室仍然可以使用 RA-4、C-41 和 E-6 化学冲洗机器连同它们的新的数字电子系统。新增加的非卤化银处理工作仍在实验室的轨道范围之内运行——例如，计算机影像处理，加上喷墨或染料热升华打印。这些服务有许多要求使用高级的，非常昂贵的设备，而且从财政上讲只适于大的专门实验室和为专业摄影师服务的机构。

自己动手的价值

本章介绍了基本的彩色放大机、大型卷纸扩印机以及昂贵的视频分析仪的应用。剩下的问题是，市场上已有了许多质量优异的冲洗印放服务机构，自己再动手还有没有实际意义？为此，必须先考虑有没有足够的工作量，使自己在设备和冲洗药剂的投入有合理的收益。其次，专业水准的高质量冲洗印放最好是交给专职人员去处

理，不论谁来做这工作都确实需要投入全部精力。(若干摄影师共同分担操作雇员费用和设备投资可以使大家共享便利。)然而，拍摄人员自己操作的小型暗房很难达到商业化冲洗店的全面质量控制。此外像冲洗胶片这样的工作，如果工作量少，设备自动化程度低，都会对稳定的质量有很大影响。

一个良好的客户服务机构尽量把专业摄影人员作为自己的服务对象。在那里，常常可以和制作照片的技师们讨论自己的试放样片。大一些的冲洗店提供全面的特殊服务，例如画面剪辑，复制和修版等等。另一方面，在“家庭”式的条件下做彩色印放，可以对整个过程做全面的控制，从原始设计到最终影像。这种方式对下面二种情况有重要意义：(1)打算建立特殊的风格或“情调”。(2)画面生成需要高精的技术，同时需要运用个人在这方面的拍摄经验来判断色彩的准确性。在自己的暗房中操作还可以很快看到结果，也有更多的实践机会。在制定彩色拍摄计划时，首先就要根据最终需要的结果是照片、复制用的透明片、幻灯片、大张展示用透明片、还是黑白照片等等决定将画面拍在最适合的胶片上。有的人可能需要黑白照片，却将画面拍在了反转型彩色胶片上。这样在制作黑白中间负片之前，必须先做色罩，其结果必然是比较粗糙的，比不上当初就用黑白胶片的效果。使用可更换胶片后背和数字成像后背的相机在这里又显示了它的优越性。

内容提要

●减色法方式：白光放大头使用深浅不同的黄、品红和青色滤镜，只能同时使用其中的二种，不能同时使用三种。加色法方式放大/扩印机分别使用深蓝、绿和红色滤镜做时间不同的曝光，以此控制照片的颜色。

●典型的白光放大机具有一只钨丝卤素灯泡(使用的电源电压要稳定)；可进入光束的二色性滤光片组，隔热和吸收紫外线的滤镜；混合盒——使光线到达底片夹前变得均匀、柔和；四片至六片组的优质放大镜头。用于黑白放大时，黄色和品红色滤镜能控制可变反差相纸。

●彩色暗房中，除了用于黑白的设备外，还应包括彩色/曝光分析仪、彩色安全灯、增强的通风设备。为了判断彩色试放结果，还应有一处适当的白光工作区域。

●彩色放大材料的主要类型有：发色型负/正和反转型正/正材料；此外还有染料一漂白型正/正感光材料。每种材料的各乳剂层中的感色性与彩色胶片中三种影像染料的透射峰值相一致。同

样，制作照片的材料和同一厂家胶片的反差及色罩(如果有的话)是相互对应，相互配合的。在冷藏条件下保存。

●采用正/正放大方式时，可以看到将要获得的实际影像，胶片还可以用来放映幻灯、制版印刷。不过要避免使用高反差和过薄的(曝光过度)的底片。

●首先要做正/正型照片的曝光试放，然后校正颜色。增加曝光会使照片变浅，为了减少某种色调，在色彩上给予配合，应当减少滤光。遮挡会使局部变暗，局部加光会使该部位变浅；为了校正色调的深浅变化，应通过彩色滤光镜做这两种操作。如果相纸采用蒙罩处理、“闪光”(雾化)处理或减少首显时间(染料—漂白感光材料)等操作，高反差底片的印放效果能更好。一组环形排列的照片是判断滤光的视觉手段。判断照片必须在干燥的状态下进行。

●直接评定彩色(负)底片是困难的，但是负/正工艺能适应广泛的拍摄状态，对颜色和密度也能做较大的调节。避免使用曝光不足的(负)底片。为了降低照片的某种色彩，减少与该色互补的颜色的滤光值。遮挡和局部加光与黑白照片操作相同。负/正工艺和正/正工艺相比，改变相同的滤光值，负/正的效果比正/正明显得多。照片的环形对比图可显示出滤光和曝光变化的影响。

●当新的一批彩色照相材料在其滤光镜和曝光建议方面有变化时：

(1)从放大机的滤光值中减去原批号推荐的滤光值。然后(2)加上新批号推荐的滤光值。(3)用旧的曝光因数除以新的曝光因数再乘以原来的曝光时间。

●避免曝光时间过长——倒易率失效会严重破坏照片的颜色和反差。情况允许时用开大光圈来替代增加曝光时间。放制大照片的放大机应配备强光源。

●校色滤光镜提供了一种简易分析试条颜色的手段。如果是正/正型照片，哪种滤镜使照片的中间色调看上去正常，就将这种滤光值减半并加给放大机(或是负/正型相纸，就增加它的补色滤光)。电子分析仪分成“连机型”和“独立型”两种，可以对颜色和曝光量测取综合读数或局部读数。仪器将待放底片的影像参数和放大过的、已知的标准影像参数加以比较。独立型分析仪适用各种放大机，使用时必须先输入放大机的各种特性参数。

●多数连机型分析仪具有一个点式探头(或光导纤维探头)。探头从已知“标准”底片(或幻灯片)的局部中取得参数并程序化后，测量未知底片影像的类似色调，并读出放大机的设置参数。对于不同批号的感光材料，只要更换插入式的存储模块即可。

●对于不便找到点测光位置的画面，使用综合测量效果更好。

然而，要提防画面中景物造成测量的失误——大块但非重要的颜色／色调会导致测量失误，从而造成照片不准确。

●闭路式放大机在光线混合室内设有传感器，它反馈信号，保持系统零滤光的色成分，抵消老化和其它因素造成的变化。有些放大机可以分析冲洗好的试条，将它的灰色调和标准的灰块加以比较。视频分析仪可以像观看正片那样观看(负)底片，事先就能看到某种滤光对最终照片的影响。

●加色法扩印机和放大机通过深蓝、绿和红三种滤光镜单独曝光的比例来控制照片的颜色。可以做一个色块图试验，随后对于照片上不需要的颜色，选择与其相匹配的滤光镜增加曝光来调整色彩。为了保持色彩调整后密度不变，成比例地改变三种曝光，维持原来的总量。变换相纸批号时，按照标出的三种颜色的因数进行。每种颜色的曝光时间乘以新批号的曝光因数除以旧批号的因数所得的商可以得出新曝光时间。

●闪光式彩色放大机使用多个蓝、绿和红色闪光泡做光源，按加色法方式曝光，直接由连机式分析仪控制。

●对于大量印放，使用卷纸降低了材料费用，也适合机械冲洗，卷纸暗盒和遮挡板组合在一起——在放置相纸或调焦时，相纸总能罩在下面不会漏光。明室内操作的扩印机也可以使用卷纸。与冲洗机联成一体的平面或拷贝相机装入成卷的正／正相纸，就可以从绘画和照片等平面原件直接放制彩色照片。

●为了制作展示用透明片，可以在拷贝胶片上放大。为了用于反射式投影仪，也可以在透明的投影胶片上放大。可以用幻灯片和透明片在中间负片上制作彩色负片。中间负片具有的彩色感光性、增强的色罩以及相对于其它色调的高光部位的反差，在原始彩色正片和负／正彩色相纸之间建立了相应的特性关系。复制彩色幻灯片时，用1:1的相机设备在低反差复制胶片上制作。在复制过程中，利用滤光、调节曝光时间可对原件的色泽或(某些)曝光不足加以校正。

●用黑白底片在彩色相纸上制做的照片具有色调的变化。首先估测出达到中性黑白的滤光值。然后，在选定的区域内采用遮挡、改变滤光和局部加光等手段调节照片的色彩和深浅。

●现代彩色实验室处理卤化银和数字系统的混合业务——把胶片影像扫描到磁盘；把数字影像写入胶片；利用数字文件在卤化银相纸上印放。有些机构还可以提供非卤化银形式的打印，例如，喷墨。阴极射线管扩印机可以把电子方式存储的影像——经过蒙罩、色彩调节、锐度提高等处理——显示在高分辨率的电视屏幕上。它可以直接在负／正或正／正相纸上曝光成像。

●是否自己动手做彩色印放应该有可行性研究。是否有足够的活源来保持稳定连续的工作与一定的收入，或者是否值得投入资金和雇用人员?自己印放周期较短，便于发挥自己的风格，可以按特定的拍摄记录更准确地加工。如果选择专门的冲洗店冲放，应当与他们的工作人员密切合作。当拍摄照片时，应当使用大多数能以最终形成，以最直接的方式给出结果的卤化银材料或数字系统，掌握这一点是很必要的。

11

摄影术的延伸

本章有四个主要内容。这些内容可以表明摄影术正在向各个不同方面延伸——它和其它学科已经结合得如此紧密，以致于要给摄影术下一个确切的定义变得越来越不容易了。例如，从一个方面来说，摄影术可以指几种自制照片的方法，这些方法主要依靠制作技巧和想象力，而只需要简单的化学药品和设备。使用液态乳剂涂层法或者树胶重铬酸盐印相法，以及从宝丽来摄影材料转印照片，这些都是本章讨论的内容。通常，用这类方法只能得到单件作品，至多也只是有限的几件复制品，但颇受艺术摄影师们的喜爱。

另一方面，摄影术也和油墨印刷法——即所谓的“照相制版”复制——密切联系在一起，利用这种方法，印刷机可以在杂志书籍等上印刷大量的照片。摄影术和印刷术的结合由来已久。在二十世纪大部分时间里，照相平版印刷法、凸版印刷法、照相凹版印刷法等都需要与传统的“湿法”摄影术相似的照相机、化学药品和实际操作过程。但是现在，印刷前各阶段的许多工序(即印刷机开动以前进行的工作)都是用数字化设备操作，由计算机控制的。这个变化带来的一项好处就是许多电子设备被研制了出来，而这些设备则促成了现代数字摄影术的确立。一旦转变成数字数据的形式，影像就可以很容易地被处理、传输、以及和其它电子通道联接。因此，本章将进一步讨论计算机在把照相机、扫描仪、胶片记录器以及各种影像印制装置联接起来方面所起的核心作用。

最后，把各种技术更进一步地综合使用，就形成了“多媒体”。多媒体是一个总括性的术语，在它的含义范围内，摄影术和数字技术与视听幻灯和录相放映、音响和照明效果以及交互式只读

光盘计算机程序结合在一起以创造出影像表现的新形式。

影像“手工”制作法

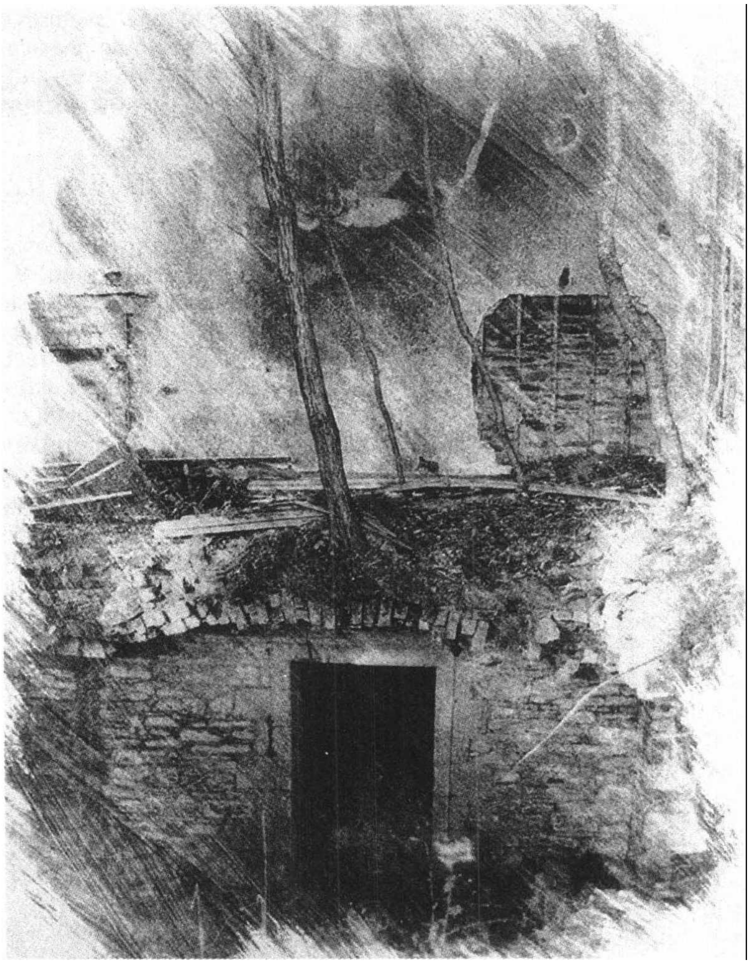
人人都可以买到成袋包装的、拿来就能使用的相纸。当然，市场上的相纸有不同的类型和纸面，但这些相纸使照片都带有一种固有的特性，人们往往把它作为一种正常的或“摄影上”的特性接受下来。要想获得一种完全不同的效果，就应考虑用自己选择的美术用纸(或任何其它适用材料)来制作感光材料，或者用这种自制感光材料从一次成像照片上转印彩色影像。

液态乳剂

虽然可以用硝酸银、溴化钾和明胶等化学药品自己配制乳剂，然而，自己制很费时间，并且极难保证每次配制的效果完全一致。因此可以购买瓶装现成的明胶乳剂，例如洛克兰液态感光乳剂(Rockland Liquid Light)。然后，在溴化银相纸安全灯下，涂在选择好的基底材料上，干燥后再拿到放大机下曝光，并以正常方法冲洗(动作要轻)。

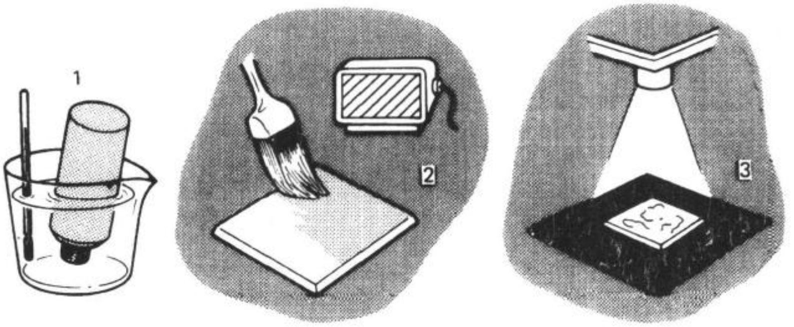
图 11.1 这块普通的白瓷砖涂上了一层现成的乳剂，然后在放大机下曝光，并用溴化银相纸显影液冲洗。快速干燥使乳剂层收缩起皱，正是由于这一点，产生了有助于材料表面和影像结合起来的效果。要选择一个能以某种方式和主题联系起来的感光表面。尽量按原来的照明方式和方向来陈列完成的影像。(作者：洛里·伊森)

图 11.2 至于这张照片，洛里·伊森在制图纸上涂抹液体乳剂时，故意刷得不均匀。纸的四周没有刷上。乳剂干燥后，在放大机下曝光，然后按正常方式冲洗。



制图纸、壁纸、帆布、木材、石膏、多数塑料和玻璃，这些材料的表面都能涂敷乳剂。不要试图追求市面上商品相纸那样的平滑表面。自制涂层的光滑程度和影调的丰富程度都不能与商品相纸相比，而且也没必要去比。要设法使这种手工制作的涂层表面为我所用。例如，只在一张纸的中央部分涂上乳剂，周边部分则随着刷子的运动使乳剂逐渐减少。还可以尝试在立体材料上做涂层，如蛋壳或贝壳、石块、瓷砖或瓷盘。由于涂层薄而透明，因此能够把任何基底材料的质感和颜色都反映出来。(注意：明胶不能烧制到陶瓷表面上，这和一般油墨印制的图案不同，油墨图案是用特殊转印工艺转印上去的。)对于这类特殊的基底材料，要选择题材与视觉效果都适合其性质的画面。质感强烈的基底材料要选用内容简单的影像。有时候，还需要通过用高反差胶片复制的办法，把连续影调的影像先转变成线条影像。

图 11.3 用现成的乳剂涂敷一块瓷砖并使之曝光。1：用热水溶化买来的乳剂。2：涂敷在准备好的瓷砖表面。3：乳剂干燥后，瓷砖（放在黑纸上）在放大机下曝光。



买来的乳剂为固态胶冻状，装在不透光的塑料瓶内。使用时，必须把瓶的上部放在热水中加热，使乳剂溶化成可以涂刷的液体（图 11.3）。加热只需几分钟，但实际上如果使乳剂保持在 50℃ 约 3 小时，就不仅溶化了乳剂，还能提高乳剂的感光性和最深的黑色。明胶加热不要超过大约 55℃，否则它会失去粘结力。对于大多数纸张和未打过底子的帆布，可以直接用板刷在上面横竖涂敷乳剂。小块的立体材料可直接在乳剂中浸泡一下。为了以后做曝光试验，制做时一定要用相同质地的材料涂抹一小块或几小块备用。

直接在吸水性强的表面上做涂层，乳剂（以及下一步要用的冲洗药剂）会渗进表层很深，并能增加画面影调的层次。不过这样会很快用光昂贵的乳剂，有时还涂不均匀，而且被沾污的可能性也较大。因此，像石膏及陶器之类渗水性强的材料，最好先涂一薄层透明的、用挥发油 1:1 稀释的苯酚漆，或者试用市场上出售的船用清漆。在涂有底漆的帆布上，可涂一层稀释的无光泽刷墙漆。

基底材料表面在暗房中涂上乳剂之后，应将它们留在黑暗中数小时，使之干透。然后，先拿试验用材料在放大机下做一系列曝光试验。用普通的相纸显影剂和定影剂冲洗，漂洗时动作要轻，最后晾干。影像制作完毕之后，对于陶瓷或金属一类的材料，可用无光泽透明漆封盖表面以保护影像。

树胶*	
阿拉伯树胶粉	350 克
加热水至	1 升
水彩颜料粉末，按颜色和浓度的要求调配。	
感光剂	
重铬酸钾晶体	50 克
加温水至	500 毫升
装在深颜色容器内	
使用之前把 2 份树胶和 1 份感光剂混合	

*如果树胶存放时间超过数小时，应加入防腐剂。

图 11.5 树胶重铬酸盐配方。配制感光剂时要小心，参看“健康和安全”部分。

树胶照片

树胶重铬酸盐接触印相法也允许采用自己选择的纸或布做基底材料。不过这种方法形成的影像不是银影像，而是水彩或树胶水彩影像，色彩由自己选择。这种方法还有一个特点：在个别的照片上擦掉细节或改变影调十分容易，所以不论从实际操作上还是视觉效果上，树胶重铬酸盐印相法都接近于美术版画制作（见彩图 11.4）。制作一批相同的树胶照片是可能的，但是很难；所以最好把每幅树胶照片看作手工制作的、一次一张的影像。树胶重铬酸盐印相法操作起来很费事，但可以使用价格相对较低的化学药品；而

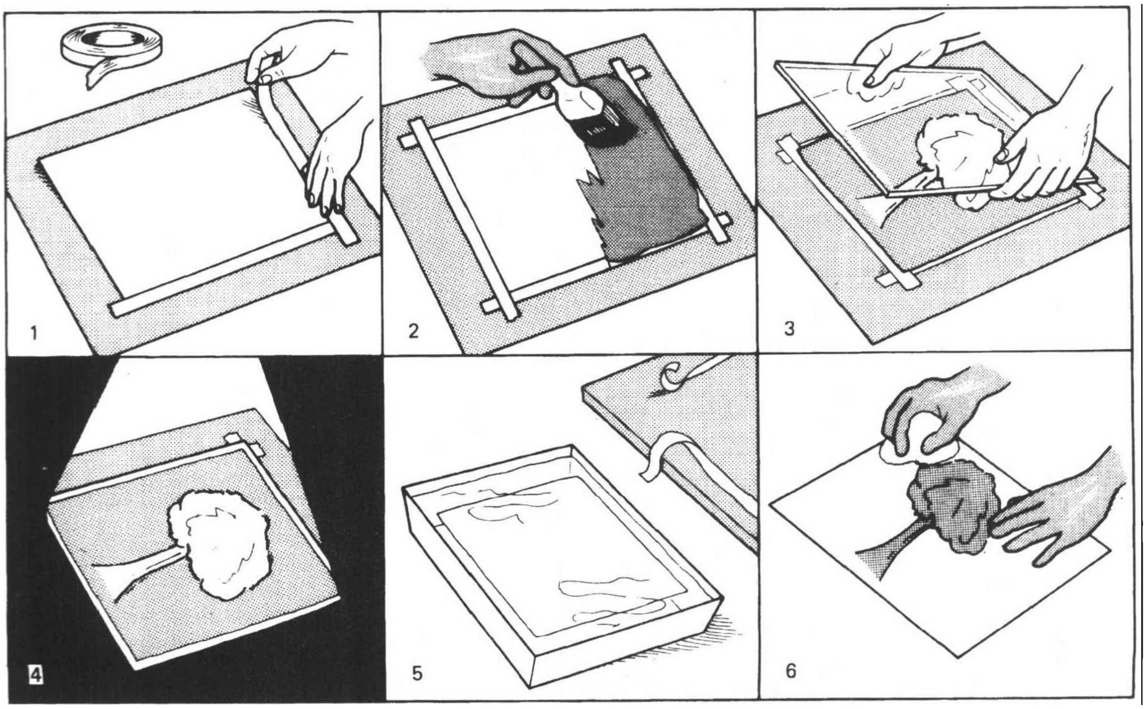
水彩颜料所表达的内容给人一种有趣的“非摄影”影像的感觉。

这种配方中根本不需要卤化银。把阿拉伯树胶与选好的美术水彩颜料混合，并搀入重铬酸钾，然后涂到高级制图纸上。当受到强烈的紫外线辐射而曝光时，重铬酸钾使树胶变硬。(偶尔用重铬酸铵代替重铬酸钾，前者感光速度稍快，但价钱较贵。)不管怎样，对于放大操作来说，重铬酸盐的感光度太慢，因此要用一张放大的底片采用接触印相法制作照片，还要使用明亮的、富于紫外线的光源。“显影过程”就是把照片上未硬化的颜色较浅部分的颜料树胶轻轻洗掉。

用一张和最终影像一样大的底片来印相。底片可以选用连续影调的，也可以选用网线数高达 250 线／英寸的半影调加网底片。可以将一张幻灯片放大在 8 × 10 英寸的全色胶片上，或者把现有底片放大成正片(可以放大到一块宽卷暗室胶片上，甚至放大到涂塑溴化银相纸上)。然后取正片用接触印相法再印到正常反差的暗室色盲胶片上。在柔和的定向光照明下拍摄的物体印出的效果最好，但要记住树胶重铬酸盐印相法复制细节的能力较差，所以要选择轮廓清楚的影像进行制作。用来印相的底片其密度范围不应超过 0.5 太多，除非你准备印制若干层。

图 11.6　树胶重铬酸盐印相法：1. 用胶带纸把湿的、刷过明胶的纸固定在硬纸板上。2. 在干透绷紧的纸上，涂上加有颜料的树胶与重铬酸盐溶液的混合液。3. 再次干燥后，在纸面上放上底片和厚玻璃。4. 在偏蓝的灯光下长时间曝光。5. 从硬纸板上取下曝光后的照片，使其药膜朝下浮于温水上。6. 未曝光处的树胶、颜料和重铬酸盐将溶解掉。个别部分可用脱脂棉轻轻擦拭或用刷子刷。

首先在纸面上薄施一两层 10% 的明胶。然后用胶带把潮湿的



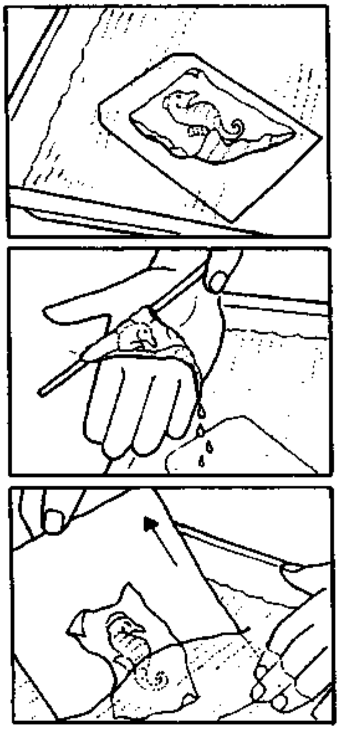


图 11.7 乳剂层揭取法。上图：宝丽来一次成像照片在热水中浸泡 5 分钟后开始起皱褶。中图：从衬纸上揭下的乳剂膜可以卷到一根铅笔上。然后在干净的温水中轻轻搅动，去掉无用的碎片碎渣儿。下图：让乳剂膜漂在水面上，把接受纸从乳剂膜下面拉过来，在影像粘附到纸上以后再拉出水面。用水彩笔修整粘贴形状，然后把接受纸用胶带固定在平坦的表面上使其干燥并保持平整。

纸的四边固定在硬纸板上，让其干燥，绷紧。把溶化后冷却的树胶液与颜料混合，再在微弱的钨丝灯光下与重铬酸盐溶液融合。(在混合或使用重铬酸盐时一定要戴手套，这种化学药品中的有毒物质会通过皮肤被人吸收。)记下涂层中的颜料含量——由于重铬酸盐略呈桔黄色，现在无法确定最后的色彩是什么样的。可以用铅笔把纸上要涂的范围轻轻勾出，或者把整张纸都涂满，用刷子涂抹温热的混合药液时要横竖交错进行。要多刷几张供曝光试验用。最后，把做好的感光材料在暗处晾干。

曝光前，把底片紧紧贴在感光纸上，上面再压上玻璃。在明亮的紫外线太阳灯或日光下曝光数分钟；如果底片放在涂塑相纸上，就需要曝光几个小时而不是几分钟。冲洗时，把照片放进装有 27℃清水的盘里，药膜朝下静静浮在水中。慢慢地，所有桔黄色的重铬酸盐和未硬化的树胶都会溶解掉。连续使用三、四个盘，共费时 15～60 分钟。在冲洗过程中，可以用软刷刷去阴暗部位，或用硬刷擦掉整块整块的区域，也可以让这些部位形成某种质感。

大多数树胶照片通过多次印相来获得深度和反差。做法是把干燥后的照片再刷一遍感光剂，使之干燥，再用同一底片曝光。(必须使用某种方法保证图像套准——透过重铬酸盐无法判定第一次印出的影像细节。)通常要重复印制四次或更多次，同时改变颜料的色彩和浓度。最后制成的干燥后的照片相当坚固，可以干裱，还可以用毛刷沾水彩点色或局部上色。

乳剂层揭取法

乳剂层揭取其实就是指从冲洗好的宝丽来一次成像彩色照片上把乳剂层“泡下来”，再(像水基转印一样)把乳剂层敷到新的衬底上。在操作过程中，可以对这张乳剂膜进行拉伸、起皱和撕扯，或者直接把这层膜贴到有纹理的或透明的表面上。因为起皱和撕扯在画面上十分突出，所以在策划拍摄时需要把这个特点考虑进去。(参看彩图 11.8)。

使用带一次成像摄影后背的大画幅或中等画幅照相机和剥离型感光材料拍摄。先把被摄景物拍到普通感光材料上，制成透明正片，再把正片上的影像用照相机翻拍或放大到宝丽来感光材料上，这样做往往比直接把被摄景物拍到一次成像底片上要容易些。不论怎样做，都要把拍得的宝丽来照片放上至少 24 小时，使乳剂硬化，然后才能进行乳剂层揭取。

如图 11.7 所示，首先需要一盘接近沸腾的水，用来使影像和一次成像照片的接受纸分离；还需要一盘温水，用来使乳剂膜附着到新的衬底上。如果选用的接受纸在干燥过程中容易变形起皱，就

用胶带纸把接受纸的四边固定在平坦表面上，待完全干燥后再把照片裁下来。

影像转印法

这种方法也是使用剥离型一次成像摄影材料，但把一次成像显影时间缩短，使影像只在负片上显影而尚未在接受纸上形成正像。然后如图 11.10 所示把负片和接受纸剥离开来。接受纸就不要了，把负片铺在润湿的水彩纸上滚压，使其与水彩纸紧密接触。滚压约一分钟后，把负片轻轻揭下来，在新的衬底上就留下了一幅正像，把正像放在一边晾干。

用润湿的纸转印会使影像稍微扩散，但可以把这种情况用来加强效果，参看彩图 11.9。“干燥”转印更难于把握，并不像想象的那么简单——干燥转印容易造成部分影像没有转印过来，还容易形成细小的疵点或其它小的缺陷。带有很多深暗阴影部分的影像很可能会留下少量小块粘在负片上。由于一部分红色感光层已转移到原来的一次成像接受纸上而损失掉了，所以色彩平衡也会改变。因此可能需要在拍摄时镜头上加一个略带红色的滤光镜做为补偿。鉴于类似上述的一些无法掌握的因素，所以明智的做法是利用已制做好的透明正片进行翻拍。这样可以很容易地反复尝试，以调节时间长短和调整实际操作。

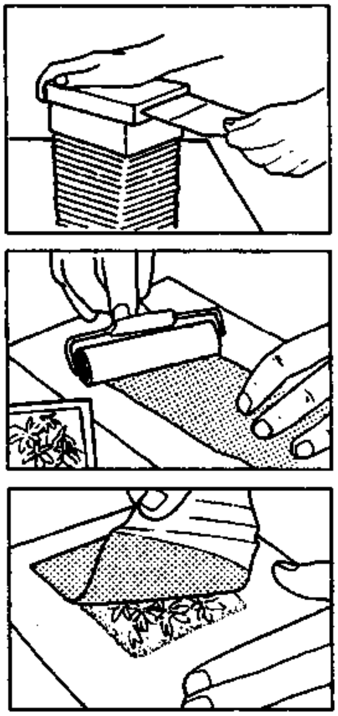


图 11.10 影像转印法。上图：灯箱上的幻灯片或透明正片被翻拍到剥离型一次成像彩色摄影材料上。摄影材料从压辊之间拉出后，必须在十秒钟内把接受纸和负片剥离开。中图：把接受纸扔掉，把负片药面朝下压到已润湿的水彩纸上，用油墨辊均匀地滚压约一分钟。下图：放置 30 秒，然后轻轻揭下负片。使水彩纸晾干。用水彩修补疵点。

照片的印刷方法

摄影已经成为最常用的印刷品的插图形式。这主要是因为它的高质量使其能够在现代印刷机上用油墨加以再现。要是不能用油墨把图片印到报纸上、小册子上、杂志或书籍上、广告牌上、包装物上、海报上，以及上千种其它印制品上，那么专业摄影的市场就微乎其微了。

一直到 20 世纪 80 年代，“照相制版”印刷始终都需要大量的专业性工作，以便把照片或透明正片转变为可以在印刷机上用油墨印刷的形式；这些工作大都要借助笨重的制版照相机和湿法照相冲洗过程。但是现在，电子加工方法给印刷前的各项工作带来了革命性的变化——这些变化又反过来对摄影术产生了影响，促进了从卤化银成像到数字影像的发展。

三种印刷方法

传统上印刷业三种主要复制方法是凸版印刷、照相凹版印刷和平版印刷。凸版印刷利用凸起的印刷表面(图 11.11)，就像打字机

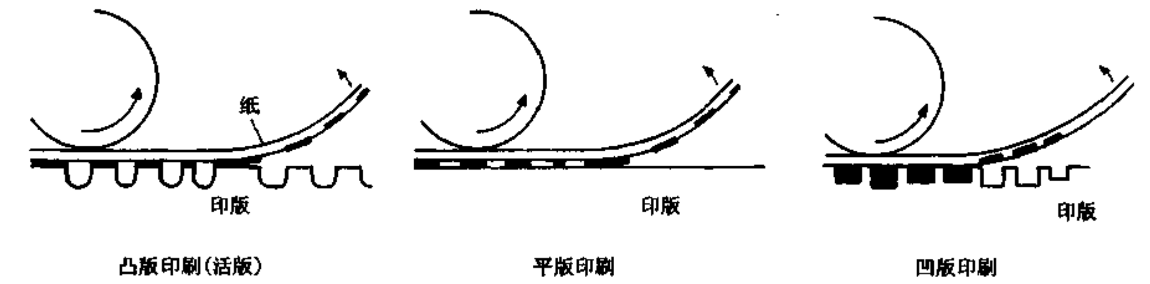


图 11.11　三种主要的油墨印刷法。虽然图中平版印刷是把油墨直接滚移到纸上，但通常油墨影像都是先滚移到一个大橡胶辊上，再从橡胶辊印到纸上。这种方法叫做平版胶印。

那样。这是最古老的印刷方式，一开始是印刷各种字体的字母，后来也印刷在木版或金属版上手工雕刻的图画——把不准备印上的部分蚀刻掉或挖掉。凸版印刷现在还用来印刷为数不多的报纸、杂志和书籍。

凹版印刷的工作方式与凸版印刷正相反。着墨的部分在金属版上被蚀刻成一个个凹陷的着墨孔，然后充入一种稀的油墨，再把整个上表面擦干净。当凹版表面与吸湿性强的纸相接触时，填充在每个着墨孔里的油墨就会转移到纸上进入纸的纤维中。凹版液筒比较昂贵，制作也较慢；但凹版在普通纸张上就能印出高质量的效果，并且因为能经受大量印刷，所以被用来印刷周刊和报纸副刊等等。凹版印刷(使用平台印刷机)复制出的影调范围十分丰富，特别是黑白印刷时，因此也用这种方式印刷某些美术书籍。但是由于凹版的制作成本，以及在高级纸张上印刷时耐印力往往下降等因素又使得印成的书籍价格昂贵。

平版印刷起源于大约 200 年前，那时候，画家在石灰石的平坦表面上作画，石灰石是一种多孔的岩石。平版印刷的原理基于这样一个事实，即油墨与水互相排斥。今天这种方法叫做照相平版印刷，使用多孔金属薄版，经处理后，在需要着墨的部分不会保持水分。然后把金属版表面弄湿，用油墨滚过(油墨只保留在无孔部分)，再印到纸上。如图 11.12 所示，在印刷机上，薄薄的印刷版围在一个圆筒的外面。这个印刷版先接触一个湿辊，再接触油墨辊，最后接触一个大的橡胶辊，这个橡胶辊把油墨从印刷版转移到纸上。（“Offsetting”胶印这个英文词本身就表明平版从不直接与纸、卡纸、马口铁皮等直接接触。平版可以高速印刷而磨损极小。)现在绝大多数报纸、小册子、招贴画，包装物和书籍(包括本

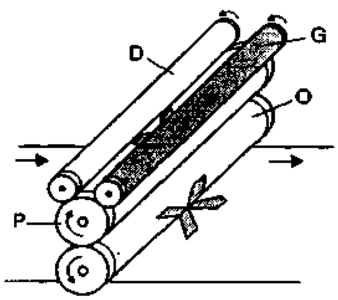
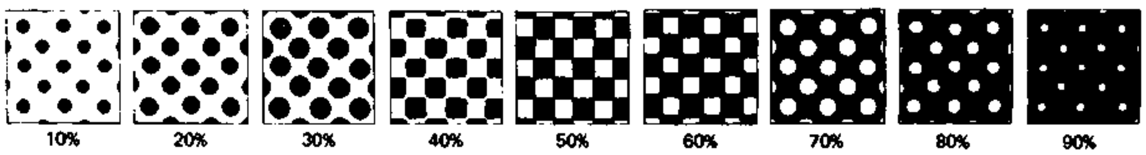


图 11.12　胶版印刷机工作原理：(D)润版辊。(G)油墨辊。(P)带有影像的印版。(O)大的橡胶转印辊把影像油墨转印到移动的纸上。

图 11.13　网点印刷的影像看起来是一系列的灰色，但实际上这些灰色都是由纯黑和纯白的点按不同比例组成的。上图的网点图案比正常使用的约大 15 倍。在离开大约 6 米远的地方观看，这些网点就变成了灰色级谱。



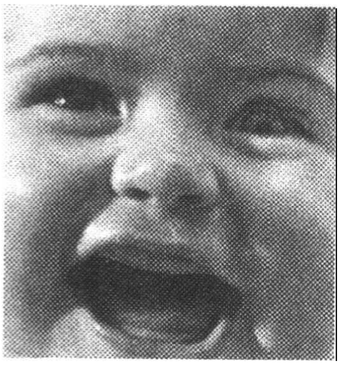


图11.14 这是图1.4照片上的一部分，是用每英寸40线而不是150线的网屏复制的。加粗网线网屏的结果是清楚地显示出复制的结构并且损坏了细微层次。

书)都是用照相平版胶印法印刷的。

请注意这三种印刷方法都不适合于那种经济小巧、可进行台式印刷的设备。这一点必须求助于染料升华印刷机或喷墨印刷机之类的装置。

网 点

从图11.11可以看出，凸版印刷和平版印刷至少是非黑即白的印刷工艺。纸张上面要么印上油墨，要么保持白色。要把一张照片上的各种灰色复制出来，影调就需转变成大小不一的精细的网点图形。用放大镜观察本书中任何一张黑白照片，就会发现中灰部分实际上是黑点与空白按50:50的比例的组合。深一点的影调，黑色多于白色；浅灰的情况则正相反。所以这种巧妙地运用纯黑色和纯白色来形成各种各样的“网点影像”的办法，其基础就在于人眼不能分辨太小的细节。大约每英寸133行(每毫米5—6行)或更密的网点图案在正常的读书距离就融合成一种看上去似乎很均匀的影调(参看图4.12)。照片去疵点以及加网彩色胶片也利用了这一视觉局限性。

要把黑白照片的连续影调转变成印刷用的网点影像，过去的作法是，用照相机通过一个带细密虚边规则网格的玻璃网屏把照片翻拍到高反差胶片上，玻璃网屏要放在乳剂前面。原照片上的阴影部分就记录为小网点的图案，而在强光部分网点扩大，形成大网点图案(在这些部分有更多的光线穿过网屏)。然后这个加了网点的负片就用接触印相法印到暂时带有感光性的印刷材料表面上。过后这个印版经处理形成凸起的(凸版)或硬化的(平版)表面，此时，它就可以用来印刷，把原来的影像复制成用油墨点组成的影像。

今天仍然说一幅网点影像是“加网的”，但是这个加网影像却是由计算机软件(如 Post-Scrip) 用电子方式生成的。照片经扫描或其它方式输入后转变数字文件，其数据由软件程序进行调整，在一台起着“影像排字工”作用的机器里，照片数据操纵一束非常细的激光束。加网影像就在这里以扫描的方式曝光到高反差胶片上，或感光的印版材料上。(参看图11.18)。

数字方法可以提供一个很大的每英寸网点数的调整范围(根据设定的激光光点的实际大小以及每英寸扫描的行数)。基本上说，加网影像的网点越多，表现的细节越清晰。但是，印刷加网影像的纸张是网点数量的一个主要限制因素。

木浆制作的铜板纸可以印150线/英寸。如果印在较便宜的纸张上(或者印到新闻纸上，这种纸吸水性更大)，这些细小的油墨点就会模糊成一片，影响影调的层次。在新闻纸上能印出的最好效果

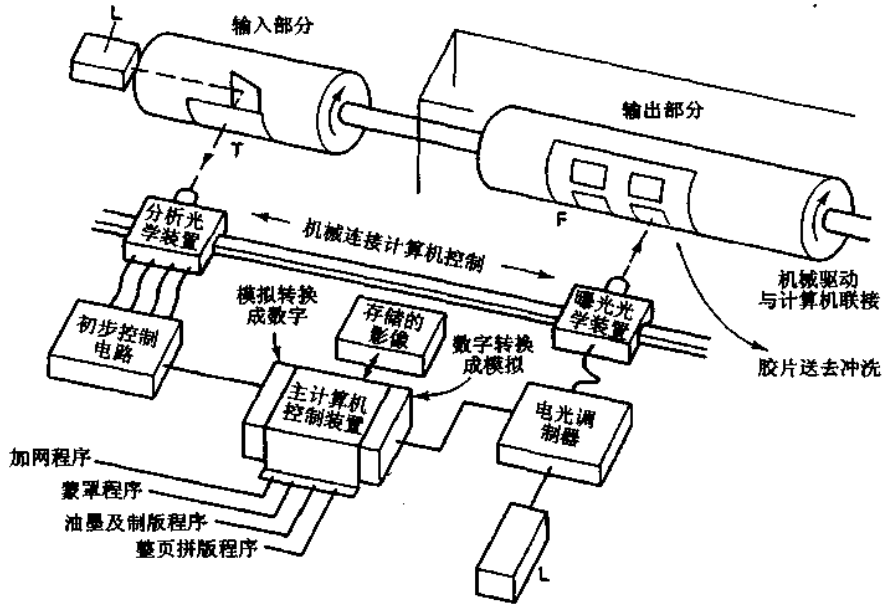
可能是 80 线左右，在这种情况下常常会损失细微层次。大型招贴画影像的网版可以扩大到 10 线左右，因为制作出的画面将从很远的地方观看。(参看图 11.14)。

照相凹版印刷使用另一种加网系统来获得网点影像，但这并不影响以相同方式复制影调。和其它印刷方式不同，在腐蚀过的金属凹版滚筒上，同一区域内深的着墨孔使纸张上附着的油墨较多，浅的着墨孔使纸张上附着的油墨较少，这样形成的密度是真正由深到浅逐渐过渡的，而不是光学错觉。

四色复制(套印)

用上述几种机械印刷方法印制一张彩色照片，需要把单色印刷工序至少重复四次。通过红、绿、蓝三种滤光镜对彩色照片或透明正片拍摄(例如用数字技术)或扫描，用这种方法把影像分色，分别记录为红色、绿色和蓝色影像。参看图 11.19。红、绿、蓝加网分色片分别用青色、品红和黄色三色版油墨印刷，并与第四个用黑色油墨印刷的比较浅的影像重合。黑色影像给阴影部分增加影调和密度，参看彩图 11.16。黑色片与其它分色片同时曝光，但不加滤光镜；或者用其它三个分色片的数字数据来合成黑色片。(印刷用的颜色用 CMYK 表示，C = 青色，M = 品红，Y = 黄色，K = 黑色。)当观看所有这些印在纸上的彩点和黑色时，人眼睛的有限分辨能力

图 11.18　电子分色装置的结构简图。彩色透明正片原稿(T)在输入部分被光源(L)扫描。形成的四色扫描信号可以储存起来并进行处理，然后在不透光的输出部分，这些信号再以网点形式曝光到制版用软片(F)上。通常是将若干原稿一次同时扫描输入，光源和传感装置沿透明圆筒移动。参看图 11.19。软件程序在扫描阶段和曝光阶段之间对数据进行调整，并生成相应的网屏、彩色和反差蒙版等，以获得供印刷用的最佳分色影象。



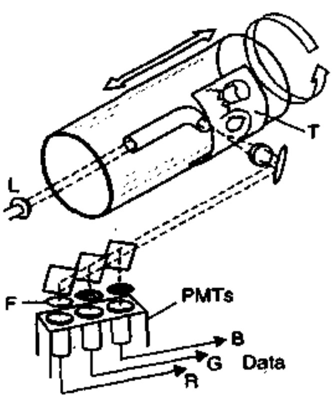


图 11.19 滚筒式扫描仪及内部光学装置。光线从光源(L)出发，经光导纤维管聚焦到透明正片(T)原稿上一个极小区域，透明正片用胶带纸固定在透明圆筒上。圆筒旋转时，光学系统部分则沿其表面横向移动，把影像的每一部分都扫描下来。光线穿过圆筒和正片射到传感器上，传感器也沿着圆筒移动。三个以45°角放置的半反光镜反射传感器接收的光线，使光线分别通过红(R)、绿(G)、蓝(B)三个滤光镜(F)射到光电倍增管(PMT)上。光电倍增管输出的三色模拟信号，这些信号然后再通过一个模拟—数字转换器。

就会把这些点在画面上每个部分融合成一个主色调，就像观看加网彩色胶片或电视的情况一样。

为了尽可能减少网点互相压盖的情况，避免形成龟纹图案，在制作每个分色片时，电脑程序都把网屏转到一个不同角度。这样就形成了复杂地混合在一起的所谓四色网点，用放大镜观看复制的彩色照片，就能看到这些网点。(参见彩图 11.15)。

请记住计算机监视器屏幕和电视一样，都是通过红、绿、蓝三种颜色的荧光物质的混合而形成各种颜色。在印刷复制阶段，CMYK 油墨形成的色彩不能完全符合用红绿蓝三色所显示的每一种可能的颜色，如像最浓的原色之类。在计算机工作站的监视器上处理彩色影像并判断效果时，这种差别是个问题。需要在系统中增加一个电子“彩色控制”装置，利用这个装置，在过后红绿蓝数据转换为 CMYK 分色片时就可以消除色彩不一致的现象；在整个设备系统的各个组成部分——数字后背、监视器、扫描仪、胶片写入装置等等——之间出现的色彩不一致现象也同样可以消除。

双色版印刷

黑白印刷始终是照相制版印刷术的一位“穷亲戚”；现代印刷术的大部分改进都使彩色印刷受益。不过，通过双色印刷(有定位套准保证)，在纸张上套印同一幅网点图像的两个不同印版，就可以大大改善黑白照片的印刷效果。一块印版可以包括从强光部分的精致细节到较暗的中间影调；另一块较浅，反差更强，包括从中间影调到浓黑的阴影部分的完全分离的影调。总地来说，比起单色印刷来，双色版印刷能在非常大的明暗层次范围内获得良好的影调层次。(这很像彩色印刷中黑色图版的效果，以及树胶重铬酸盐印相法中染料多重叠加的效果。)

任何一种图像都可以采用双色印刷、四色印刷或者更多色印刷，但成本会相应增加，而影像复制的质量的提高却不大。各块印版的区别在于密度、反差以及所用油墨的“色彩”方面。油墨可以是各种深浅不同的中灰、黑或棕黑，等等。当套印起来后，这些油墨甚至会再现出表现力丰富的氯溴化银相纸上的大部分细微之处。

使用四色印刷工艺也可印刷黑色照片。当高质量的黑白照片和彩色照片必须印在同一张纸上时，这种做法很有意义。对于黑白照片，黄色、品红和青色三种版都是同一个画面，再加上黑色图版，就会形成一个清晰的看上去呈中性密度的影调范围。但是和双色版印刷不同，在四色印刷过程中，印版的任何错位或“偏移”都会在不带颜色的插图中造成醒目的彩色斑点。(参见彩图 11.17)。

扫描仪

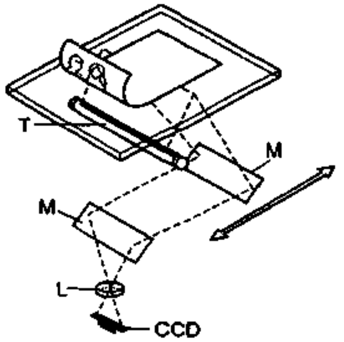


图 11.20 平台式扫描仪的内部结构(参看图 10.38)。照片原稿画面朝下放在顶部玻璃上，从一个管形光源(T)发出的光线对照片进行扫描，管形光源和玻璃下方的反光镜(M)一起移动。光线从这里又反射到另一块静止的反光镜(M)，再经一组透镜(L)反射到下面的线型 CCD 阵列上。

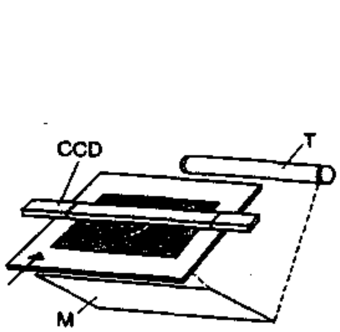


图 11.21 35 毫米台式扫描仪。从光源(T)发出的光线经反射后穿过固定的框内的胶片影像，胶片影像在排成直线的 CCD 传感器下方缓缓移动。

制备一流质量的四色和其它种类的分色底片仍然是一项专门的工作。有些公司专门从事“分色”或“制版”，然后把他们的产品以电子文件或胶片的形式提供给其它(印刷)公司使用。大的印刷厂则有自己的制版部门。这一切曾经意味着摄影师只需做好自己份内的工作，而把其余的事都交给专家们去做。但是数字技术的长足发展已经达到这样一个程度，即要求摄影师必须了解一些有关扫描仪把照片转换成数字文件的知识。现在扫描器已成了台式计算机工作站必备的配套装置——这两种设备目前几乎和彩色放大机以及暗室冲洗机使用得一样频繁。

滚筒式扫描仪 前面已经讨论过，把照相原稿转变为加网分色片，过去是用大型制版照相机来复制。在距胶片一定距离上放置的格线网屏生成所需的虚边光图案；在四色制版工艺中，反差和色彩的调整是通过用不同的照相胶片蒙片与原稿重合来实现的。而电子技术首先使应用效率高得多的滚筒式扫描／记录仪成为可能(图 11.19)。在扫描仪上，一张彩色透明正片原稿或负片原稿用胶带粘在透明的有机玻璃圆筒上，用一细束光线从后面照明。圆筒的延伸部分在一个不透光的外壳内，这部分圆筒上装有照相制版胶片，准备对四种分色影像进行曝光。

圆筒旋转时，由细束光线形成的分析光点沿着圆筒慢慢移动，对透明正片的每一部分逐步进行扫描。一个色彩传感器上装有判读红、绿、蓝光值的光电倍增管，这个传感器在圆筒外侧平行移动，跟踪光点，并把接收到的光值变化转变成一连串电子信号。信号通过模拟—数字转换器变成数字形式，计算机软件程序再把这些数字数据转换为加网分色信号。同时，在圆筒的曝光部分，一束细细的光线对准分色胶片，它随着收到信号的变化或亮或暗。负责曝光的光学装置跟踪旋转着的圆筒，依次对每张黑白分色胶片进行曝光，这些胶片最后将用来印出青色、品红、黄色和黑色图像。

分析装置(附带说一下，这种装置也能够扫描照片，方法是使光束从照片表面反射回来)通过电路把信号馈送给曝光装置，这个电路允许操作者生成几乎没有限制的反差蒙片和染料不完全蒙片。这个系统还通过电子方法生成所要求的高分辨率的网点形状，以适应已知的印刷、油墨和纸张条件。大多数新式的扫描／记录仪的输入部分和胶片曝光输出部分现在都是分开的，参看图 11.18。扫描部分可以在计算机硬盘或 CCD 上形成数字文件，这些文件可用于图像销售，以及用于各种显示和打印装置上。

平台扫描仪　为了减少成本，今天的小型平台扫描仪和台式胶片扫描仪使用大量细小的光敏感受器——CCD 来代替光电倍增管。如图 11.20 所示，一个典型的平台扫描仪的大小和一个摄影看片灯箱差不多，有一个 A4 尺寸的台面。扫描仪里面有一个由几千个 CCD 元件组成的直线阵列，用来扫描面朝下放在顶部玻璃板上的照片或文件。扫描时，一个光源和反光镜组成的装置沿着整张照片慢慢移动，把一行行影像数据反射到扫描仪底部的 CCD 阵列上。单程彩色扫描仪使用加有红、绿、蓝滤光镜的阵列，其它类型的扫描仪进行三次扫描，每次都改变光的颜色。生成的模拟信号然后传到一个模拟——数字转换器以转换成数字数据。通常扫描所需的时间，如果是 8×10 英寸彩色照片的话，根据所设定的分辨率，可能需要 1 到 12 分钟(见下文)。有的平台扫描仪有一个光透射光学系统，可以把胶片原稿扫描输入。对最大 8×10 英寸的大画幅透明正片进行扫描，各种扫描仪的效果都很好，但对于 35 毫米的画幅，就只有分辨率最高的(也更昂贵)平台式扫描仪才能胜任。

台式扫描仪　大多数台式胶片扫描仪(图 11.21)都是为 35 毫米胶片原稿或胶卷尺寸的原稿而设计的。有的扫描仪使用一个长条形传感器——即一排加滤光镜的 CCD，一点一点地移过背后照明的胶片(每幅 35 毫米胶片需用 30 秒到 5 分钟)或者使用一排不加滤光镜的 CCD，进行三次扫描，分别使用红、绿、蓝光照明。还有的扫描仪使用矩阵块式的 CCD 传感器，这样的传感器在用红、绿、蓝光顺序曝光时，每次都能接收整幅胶片影像。

使用平台式或台式扫描仪，不要求像使用滚筒式扫描仪那么多的技术，但是仍然必须仔细地用计算机来调定扫描分辨率(每英寸象素数)以适应所要制作的照片的确切尺寸和分辨力。如果在最终得到的照片上出现了任何意想不到的变化，那就只能回过头来重新扫描原件。

扫描仪的使用现在已大大超出了照相制版的范围。扫描仪是一项主要的计算机外围设备——与 Photoshop(图片库)或类似的操作软件程序配合起来，就可以实现摄影影像的数字化“冲洗”；同样，还可以使影像上因特网。(请注意 CCD 传感器的工作方式在扫描器和照相机数字后背中的相似之处。)

提供分色用的照片

用印刷的方法电子分色照片，尽管有各种辅助设备和控制手段，要想得到问题最少，成本最低的最佳分色效果，首先还是要靠技术上完美的原稿。因此在提供分色用图像原稿时，应尽量满足以

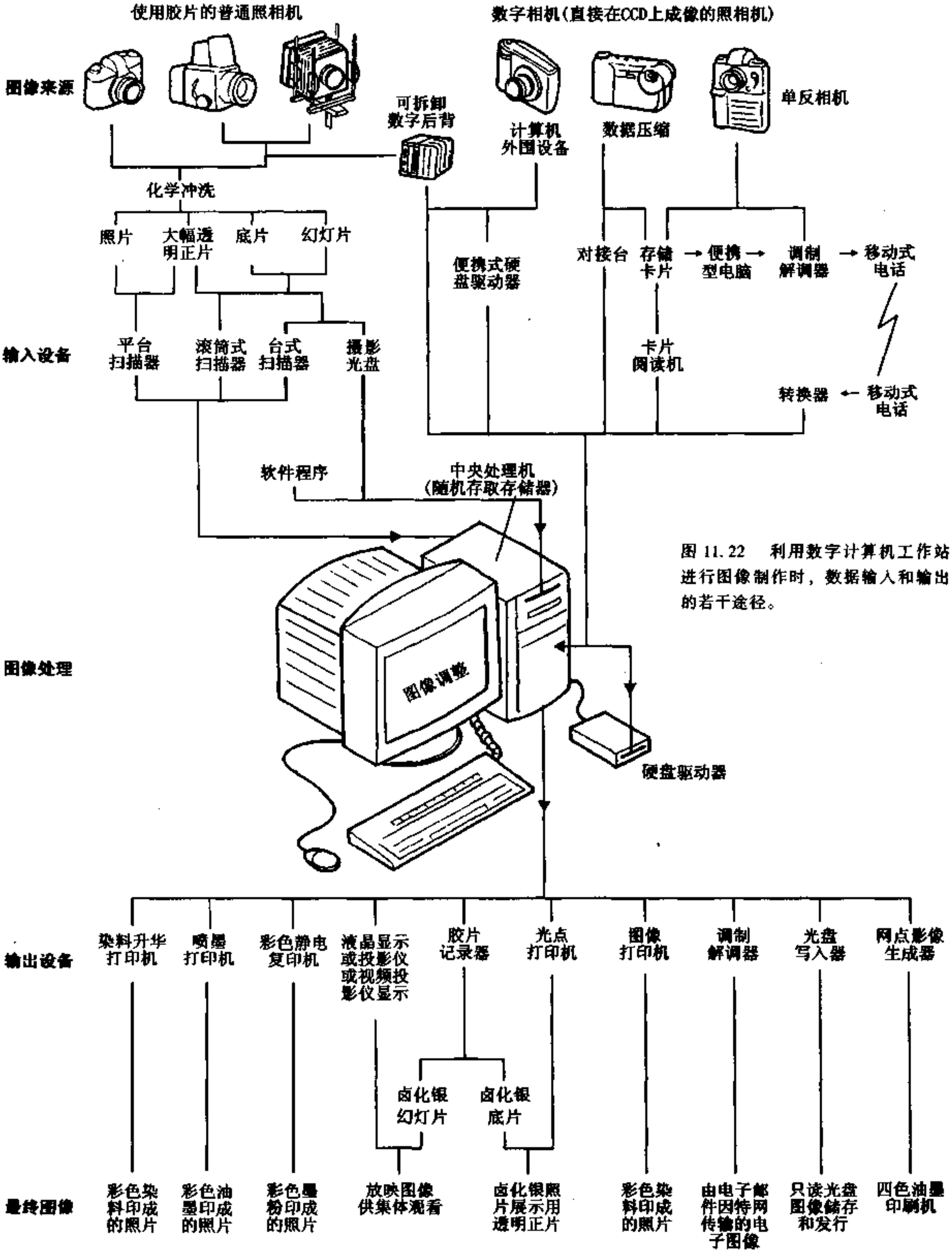


图 11.22 利用数字计算机工作站进行图像制作时，数据输入和输出的若干途径。

下所有各点要求：

1. *尺寸* 不要让原稿和分色图片的尺寸差别太大。举一个极端的例子，把一张 35 毫米透明正片放大到 12 张招贴画那样大，或者将一张 12×15 英寸的照片缩成 2×2.5 英寸的书籍插图，这样做起来都很困难。调整时就不得不借助中间复制手段，这必然影响画面质量。在摄影时也要记住，如果将来要分色的画面尺寸不大，就应使照片的内容简单明了。

2. *形式* 彩色原稿还是以透明正片为最佳，部分原因是透明正片有较大的饱和度与彩色保真度；部分原因则是由于长期以来印刷技术的习惯。透明正片原稿的还原效果总是比复制件要好。如果使用照片，不要装裱——因为照片可能需要贴在扫描滚筒的曲面上进行扫描。

3. *颗粒和表面* 影像的颗粒图形主要取决于原稿乳剂的感光度和复制比例。有必要把照片放大或缩小到所需尺寸，看看颗粒对细节和基调有什么影响。不要使用表面有光泽或呈点状纹理的照片。这类照片的颗粒图形可能会干扰加网复制过程。有光泽(特别是上光的)表面的影调范围非常大，特别是在阴影部分。

4. *反差* 比起照相制版印刷所能复制出的影调范围来，胶片的影调范围要大，特别是印在廉价纸张上并且/或者使用粗网线网屏时。所以要尽量减小反差，最好在用光时施加辅助光照射阴影部分。如果不得不把反差大的影像送去分色，应该告诉印刷厂，希望照片分色的最佳效果是偏重于强光部分还是阴影部分，因为二者不可兼得。但是也不要把反差低的灰色调照片送去分色。关键是要保证影调能明显区分出来，特别是在阴影部分和强光部分的细部。在反差过低的相纸上印相，很容易使强光部分或阴影部分的影调显不出来，或使两个部分的影调都显不出来。用粗硬一点的相纸往往会有较好的效果，但需要采用遮挡和局部加光。一般来讲，一张影调范围丰富的照片，如果从摄影的角度看是张好照片，那么分色的效果也最好。

5. *曝光和彩色平衡* 拍摄幻灯片和透明正片，要使曝光确保强光部分有足够的细节与色彩饱和度，即使这样曝光意味着阴影部分的密度会增大。无论使用负片还是正片材料，都不要选用曝光不足的底片，否则印放出的照片或是灰朦朦没有细节，或是阴影部分色彩失真。偏色的彩色照片只能在制作底片或照片时加以矫正，但在分色制版时也会对整体影调及彩色准确性有所影响。总之，一定要选用最好的原稿用于制版。要确保所用的看片灯箱，或观看照片的顶灯有正确的色温和足够的亮度。在灯箱上观察透明正片，一定要用宽的不透光的卡纸板蒙住画面四周的眩光。这对于观察胶片上

最暗部分的细节十分重要。

计算机辅助图像制作——概述

从被摄对象到最终影像，在摄影过程的每一步，数字(电子)摄影和卤化银(化学)摄影都在争夺“最佳方法”的宝座，而且争夺日益激烈。两者当中，电子技术的发展最快，它得益于一个巨大的、以计算机为基础的产业的有利条件，而源源不断地推出前所未有的高性能低价格的产品。面对这种情况，卤化银技术也并没有裹足不前。化学家们研制并推出了各种新型乳剂，这些乳剂感光速度更快、分辨力更高、影像染料效果更好，而且所需冲洗过程更为简单、冲洗时间也缩短了。所以这两种影像记录的形式将会在相当长的时间里共存——人们选择使用卤化银感光材料，是因为这类材料影像质量好，价格相对较低，而且对于在每位经验丰富的摄影师身上都已深深扎根的各种操作技巧，这类材料都能很好地适应；人们选择数字摄影方法，是因为这种方法十分方便，无需冲洗药液，也无需暗室，并且可以很容易地同其它电子媒体相连接。

数字影像实质上都要通过计算机来实现。因此在概要地介绍电子技术是如何扩大摄影术的范围时，理应把计算机放在系统的核心位置(图 11.22)，然后再讨论与其关系最密切的输入和输出部分。

输入部分

在普通照相机内曝光后冲洗好的卤化银胶片仍然是向计算机系统输入图像的主要方式。在前面已经讨论过，还要通过一种或几种方法把图像转化为数字数据。台式扫描仪可以把 35 毫米幻灯片或负片进行数字化处理。平台式扫描仪可以把照片，甚至装裱牢固的照片，转化为数字数据；许多型号扫描仪也能处理大幅面透明正片。更高级的滚筒式扫描仪虽然价格贵，但是能处理几乎所有尺寸的负片或透明正片，也能处理(未装裱的)照片。还有一个方法，就是可以把胶片影像写入一张只读光盘里，这是大量存储分辨率不同的图像的极好的办法，只要把光盘插进计算机的光盘驱动器里就可以检索出数字图像。在使用各种扫描输入装置时都不要忘记进行正确设定(每英寸象素数)，以适合照片输出装置的分辨力以及准备制做的图像尺寸。(参看第 5 章)。

另一种主要的输入方式就是照相机把被摄体直接成像到 CCD 上——换句话说也就是使用数字相机或数字后背。在第 3 章上已经讨论过，数字相机可以直接用电缆连到计算机上，或者把数据记录

到相机内部的存储系统中，或记录到存储卡上。过后，内存系统或存储卡系统需要通过照相机电缆、照相机“对接”装置或存储卡阅读器把图像数据读入计算机。对于新闻摄影工作使用的高分辨率小幅面 CCD 单镜头反光照相机，图像可以当场在便携型计算机屏幕上重放(以便进行编辑)。然后，把选好的图像根据需要通过一个调制解调器，再由电话传送到与报社计算机系统连接的接收站。

要获得高分辨率 CCD 摄影影像，可以在现有的使用胶卷的或 4×5 英寸的照相机上加装一个数百万象素的数字后背。这种后背可能是“一次拍摄”型的，适于闪光拍摄或拍摄运动的被摄对象，它有一个矩阵式(分区阵列)CCD、CCD 前面是由微小的红、绿、蓝三色滤光镜组成的滤光屏。另外，也可以使用一个“三次拍摄”型后背，这种后背通过使用不带内装滤光镜的矩阵而获得更高的影像分辨率。为了拍摄彩色影像，对于每张照片，这个后背都需要通过照相机镜头上的滤光装置进行三次连续曝光，每次曝光滤光装置改变一次颜色，依次为红、绿、蓝。还有一种照相机后背装置，这个装置使用一个三线阵列，即在一个窄条上有三排 CCD，分别罩上红、绿、蓝滤光镜，和平台式扫描仪一样，在影像焦平面上进行一次扫描，见图 3.30(不论使用三次拍摄型后背还是扫描式后背，被摄景物中都不能包含运动成分。)

从照相机后背馈送出的数字数据经导线直接输入计算机的存储系统，如果是在现场工作，数字数据可以用由电池供电的便携式硬盘装置记录下来。要记住，高分辨力图像记录装置会生成大量的图像文件。

计算机工作站

在任何数字式摄影系统中，计算机都处于核心地位。(有些操作简单的数字式照相机只是与打印机直接联起来，以输出拍得的照片；但是这样一来，被称作“图像处理”的、对拍摄结果所做的各种各样的控制调整都没有用武之地了。)使用数字形式的图像，其最大的优点之一就是图像数据可以在计算机阶段进行调整处理。图像的最后结果可以在计算机桌面上(监视器屏幕)预先观看审查，而且只要原来输入的图像已经存了起来(记录在存储器内)，那么如果操作中出了错误或改变了主意，都可以随时返回到开始的地方。(参见彩图 11.23)。

用于数字成像工作的计算机配置需要几种硬件，一般包括：

1. 计算机 CPU 本身　这个箱子式的中央处理机内装有主机板和处理器芯片。CPU 还必须有一个高速的只读光盘驱动器和强大

的 RAM(随机存取存储器)。使用光盘驱动器就可以输入任何已转换到只读光盘上的摄影影像，更重要的是像 photoshop 这类的软件操作程序都是存入光盘里的(参看下一节“图像处理”)。数字图像处理比简单的文字处理要求更大的 RAM。内存芯片的容量按 2、4、8、16、32 或 64Mb 的数量成倍增加；一共要有至少 96 兆字节的 RAM 才能满足需要。没有这么大的容量，由于驱动速度慢，要想把大幅面影像调到屏幕上，或者要想做出一项改动，都会令人又急又恼地等上很长时间。由中等幅面或大幅面数字后背形成的高分辨率图像，每一幅就会占用 32Mb 或更多的文件位置。请记住

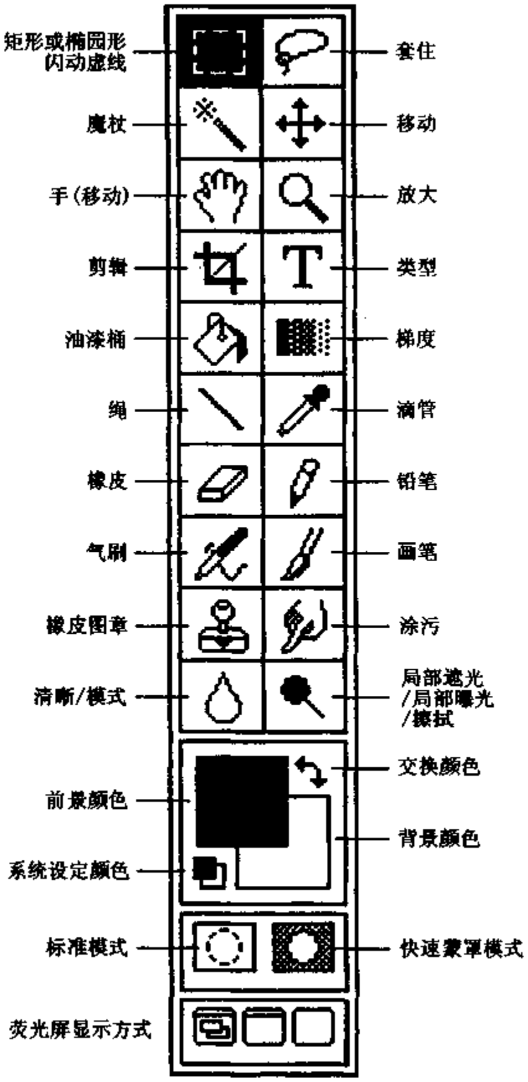


图 11.24　当使用 Adobe Photoshop 编辑软件时，计算机荧光屏上在工作影像旁边出现的“工具箱”图标。揿动鼠标来选择工具就可以用许多不同方式对扫描输入的照片进行选择、剪辑、着色或删除。

RAM 是暂存存储器，因此在关掉计算机后，储存在 RAM 内的所有内容都会消失。所以每次开机后，所有要使用的图像数据和软件程序都必须输入到 RAM 中去。最后要想保留的任何操作内容或程序都应在关机前存起来——或者存入计算机的内装式硬盘(最好是至少能储存十亿字节的)或者存入像 Syquest 或 Jaz 一类的装卸式存储磁盘(图 5.23)。

2. 计算机监视器　监视器的屏幕至少应为 17 英寸。不然的话，就只能在屏幕上不停地来回移动各个不同的显示部分，还会发现许多显示内容被遮盖住了。需要进行反差、亮度和颜色调节，以便使监视器尽可能与输出装置的特性相匹配。这就意味着通过观察屏幕上的图像，操作者可以对最终印制出的影像进行目视预测。叫做“彩色管理系统”的软件程序能够帮助消除颜色上的差异，方法是把每种颜色屏幕上的表现形式与印到纸上(例如使用喷墨打印机)的形式统一起来。监视器必须有 24 位显示能力以便表现出摄影性质的图像。

3. 鼠标　鼠标器使操作者可以在屏幕上移动光标或可视部分，选取工具箱中的图标(图 11.24)，在屏幕菜单中挑选功能或者选择一项命令。计算机键盘虽然用得较少，但它可以使操作者输入某些专门的命令，简化某些动作，以及写入单词给图像文件加标题，等等。

4. 外围设备　包括装卸式硬盘的驱动器，以及存储卡阅读器(参见图 3.27)。还可能包括一个图形输入板和一只电子画笔，这是替代鼠标器的更精密的装置。有的设备，像扫描器、直接数字照相机和数字打印机，都需要通过 SCSI 接口与计算机连接。这是一个用电缆连接的小型装置，可以实现计算机和外围设备之间的高速数据通信。

图像处理

计算机是一个图像处理工作站，但是它只有配备了电子“工具”才能工作；这种工具是操作者装入(一般是由只读光盘输入)的任何软件程序所提供的。“photoshop”之类的软件一旦与操作者输入的图像结合起来，就把照片显示在监视器上，同时在一侧给出一个从上向下的工具图标栏，还给出一组操作者可以“拉下”的选择项目，列在荧光屏上部的菜单栏内。(参看彩图 11.25)。

成百上千种的改动——从细微的不易察觉的修补到怪诞的超现实主义构图——现在都可以做到了。例如：

●全部或局部地消除一种色泽，举例说这种色泽可以是混光照明造成的。

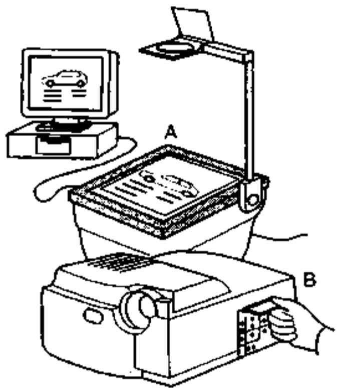


图 11.26　把数字图像直接放映给观众看的两种方法。A：位于普通投影仪灯箱上的液晶显示板，从计算机直接输入影像。B：一体式数字图像放映机，它可以放映以数字数据形式存储在任何计算机软盘内的图像。图示正在插入软盘。

●校正会聚垂直线。

●限制景深，使选定的一个部分更加突出。(参看彩图 11.23)。

●消除斑点和缺陷——扫描输入的撕裂破损的古旧照片可以整复如新。方法是把有缺陷部位的像素极大地放大，再用从邻近像素复制的色彩和影调进行"粘补"，于是当影像还原到原来尺寸时，任何缺陷就都看不出来了。

●把一个新的、单独拍摄的背景加到一个人像或物体影像的后面。

●缩小两个人像之间的间隔，把二者之间的空间剪裁掉一部分，再把它们天衣无缝地拼合起来。

●在图像中选定的部分上添加运动模糊感——例如使静止时拍摄的汽车车轮看起来像是在转动。

●复制一张单一产品的照片，使照片看上去是颜色尺寸各不相同的一套完整系列的产品。

不管在哪一步出了错误，都能返回到前一步重新开始，或者把图像恢复到其原来的样子。最后把处理完成的图像存入硬盘(内装式或移动式均可)并赋予一个区别于原来文件的文件名称。

图像输出

如图 11.22 所表明的，有各种各样的方法可以用来把最后完成的数字图像从计算机里复制出来。通常为台式规格的数字彩色打印机使用染料升华或喷墨之类的方法在纸上印刷。也可以把数据写到胶片上，形成卤化银负像或透明正片(见图 10.40)，再用这胶片放大出普通彩色照片；或者使用数字化调节的三色激光装置，把数字图像直接印到宽幅面成卷的卤化银相纸或展示胶片上(参看图 11.30)。

其它可选择的输出方法还有静电彩色复印机(由计算机输入电

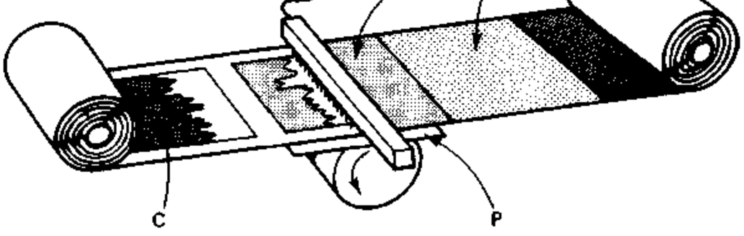


图 11.27　热转印染料升华打印机，图中为从数字文件把彩色照片输出转印到纸上的工作原理。接收纸(P)装在一卷转印塑料胶片的下面，转印胶片与接收纸宽度相同，胶片上涂有一层连续相间的青色、品红和黄色的染色蜡。转印胶片从一行热针下面通过，根据从图像文件输出的扫描数据，每种颜色的蜡依次蒸发并把彩色小点转移到纸上。一种颜色印出后，蜡卷就相对接收纸移动，以使下一种颜色印到相同的位置上，从而形成一幅完整的彩色照片。

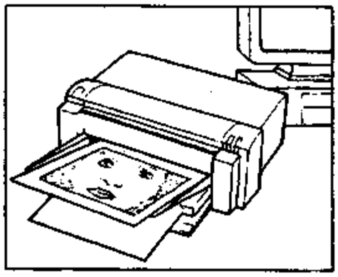


图 11.28　一种台式热转印染料升华打印机，可复制最大尺寸为 A4 的彩色图像。参看图 11.27。

子数据)。通过一个调制解调器，还可以把图像作为电子邮件输送出去，或者在因特网上发表。同样地，图像数据可以输送给加网点影像生成器，转化成印版，装在四色油墨印刷机上进行大量印刷。图像的发表还可以采取 CD 盘的形式，CD 盘是用数字图像的主盘以专业化的方式制做的。CD 盘正在成为一种高效率低成本的发行方法，用来向任何拥有 CD 机的客户发行照片资料、影像存储图片目录等等，但是必须要有某种形式的保护措施以防止侵犯版权的行为。图像输出的进一步形式是直接输送给一台数字式幻灯机或位于投影仪上的数据显示板(图 11.26)。这种方式可以把在监视器上所看到的图像投映到任何大型外部屏幕上，供集体观看；与幻灯或投影仪的放映方式相同。

用染料热升华方式的复制　一台好的染料升华打印机可以打印输出接近于照片性质的彩色影像，最大尺寸约为 A4。如图 11.27 所示，这种台式设备使用一种和整张纸宽度相同的转印色带，色带上有一连串的(照片尺寸大小)透明青色、品红和黄色染料。打印头内有一个和纸张一样宽的加热元件，加热元件使染料蒸发到纸的表面上，经过三次这样的过程，纸上就形成了完整的彩色影像。还带有剩余染料的用过的转印色带卷到了收带轴上，过后再丢掉。必须使用专用纸张——染料的作用于是会把像素点融合在一起，形成一块块没有花纹的色彩和色调。使用染料热升华方式复制的问题就是转印色带和专用纸张的费用相对较高，而且还有一堆用过的转印色带要处理掉。复制一张 A4 的彩色照片约需 1½分钟。

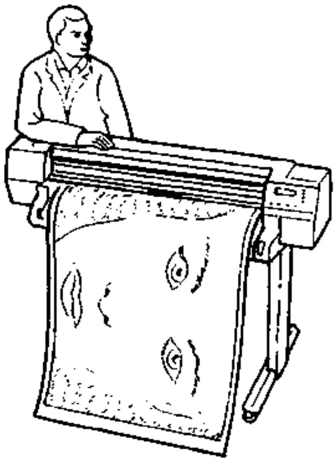


图 11.29　供印制 AO 尺寸的招贴画大小的彩色照片的喷墨打印机。这种打印机占的地方极小、并且省去了那种十分费力的、用卤化银感光材料制做巨幅放大影像的暗房技术(参见图 9.16)。

用喷墨方式的复制　这种类型的打印机在图像质量和价格上彼此相差很大。从复制 A4 尺寸照片的各式“bubble jets”，到昂贵的大型打印机(图 11.29)，这种打印机可以在包括高级水彩纸和醋酸纤维纸等一系列单张材料上复制壁画照片尺寸的影像。喷墨打印机使用一组四个墨汁盒进行彩色复制，四个盒里分别装有青色、品红、黄色和黑色墨汁。在由计算机输出的图像数据的控制下，每一种墨汁在受热或受压后被挤向一个极小的喷嘴。受热的墨汁在喷嘴端部形成一个微小的泡沫，这个泡沫与其它泡沫融合在一起，转移到图像接受纸上。打印头沿纸面的宽度迅速来回移动，就像织布机上的梭一样；每打印一次，纸张就精确地向前移动。高架式喷墨打印机可以在各种各样的纸上(由大多数卤化银相纸供应厂商以及造纸厂商专门生产的)复制出精美的具有摄影性质的影像。不过这种打印机需要细微的维护保养，包括定期清洗喷嘴。

用光点方式的复制　光点打印机也使用一个可以移动的打印头，但这个打印机不是喷出墨汁，而是射出一个光点，光点射到位于不透光的操纵台内的一卷普通的卤化银相纸或展示用胶片上。见

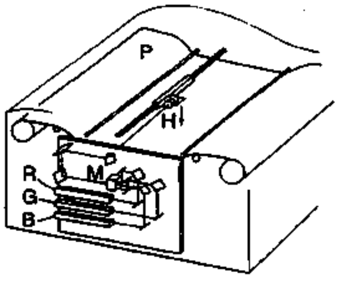


图 11.30 光点打印机：在一个不透光的箱内装着一卷四英尺宽的普通卤化银感光材料(P)——黑白或彩色相纸，或者展示用彩色胶片。从存有数字图像的软盘传出的图像数据控制着红、绿、蓝三色激光的光强，这三种颜色的激光经过一个混频箱(M)被输送到一个移动的曝光头(H)。曝光头使复合光在相纸的感光表面上聚成一个微小的光点。和喷墨打印机一样，随着相纸慢慢向前卷起，曝光头不断地左右移动。一张 50 英寸长的照片要曝光 10 分钟。曝光之后，就进行冲洗，和通常用放大机曝光后一样。

图 11.30。光点是由三种(红绿蓝)激光光源光径的组合形成的，每种光源都由计算机输出的数字数据来调节。当然，光点打印之后还必须送到机器里冲洗，可使用 RA—4 药液或任何与所用感光材料相适合的药液。打印后需要冲洗，而且投资费用高，使得光点打印机大都安装在专业冲印门市部里。见图 10.41。

其它的数字彩色打印机，如富士的“Pictography”，让图像通过一排三色激光二极管，一次曝光到专门的感光转印纸上。用少量的水把转印纸润湿，加热后就形成一个完整的彩色染料影像，再将这个影像在加压加热的条件下转印到接受纸上。有些类型的激光打印机使用一个静电(施乐型)硒鼓来工作。但不是把原稿面朝下放到玻璃板上，用光学方式接收原稿影像，而是用计算机输出的数字数据信号来控制发光二极管或一束激光束，发光二极管或激光束把影像扫描到带电的硒鼓表面上。硒鼓旋转，未感光的表面吸附上彩色墨粉，再将墨粉转移到接受纸上。这个过程要进行四次(青色、黄色、品红、黑色)以形成一幅完整的彩色照片。

这两种数字打印机价格都很贵，但却是小巧的自动化办公设备，它们直接用计算机而不是用化学药品，而且能够以 1—2 分钟的间隔输出最大为 A3 幅面的照片。打印质量随价格而变化，但最高解像力可以达到 400dpi，复制出的影像实际上与卤化银彩色照片没有太大区别。

数字技术的将来

总地来看，从把实际拍摄对象制成影像的方法，一直到对图像的最后加工制作，数字摄影的各种不同的步骤现在都遵循了一个公认的模式。但是因为是新技术(在 90 年代初期以前几乎不存在)，许多能够提供最佳品质效果的硬件和软件仍然很昂贵。另外数字技术还在不断地更新改进。“最好的方法”和“最便宜的装置”可能只消几个月就会过时。

可以合理地预测，大部分静片摄影最终都将会通过电子方式来进行，但是在未来的一段时间里，我们还要在这“古老”的药液冲洗过程中弄湿我们的双手。摄影术的本质仍然是利用光线来制做照片，而这一点将来和现在一样，始终要依赖于“独具慧眼”。你发现照片题材的能力，把被摄对象、视点和照明有机地结合起来的能力，以及决定合适的影像清晰度及曝光量的能力，这些能力仍然是极其重要的。至于把影像记录在电子芯片上还是记录在涂有化学药品的胶片上，并不重要。

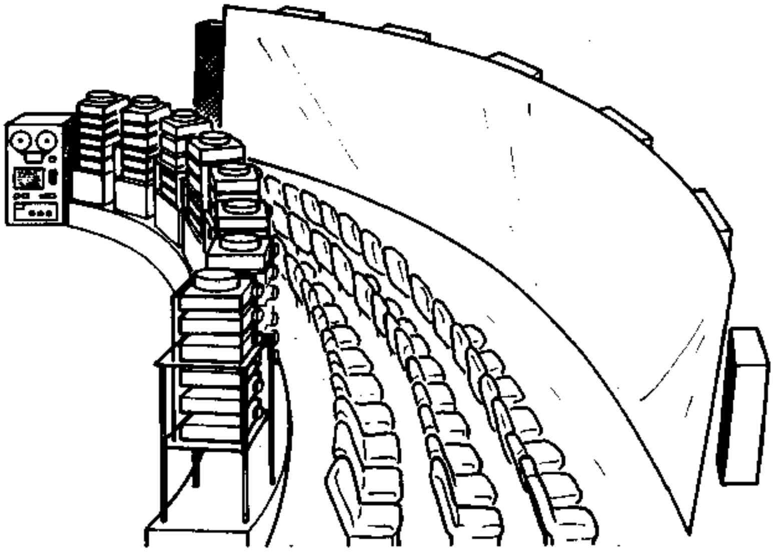


图 11.31 多幻灯视听放映。一个有 48 台幻灯机的视听放映厅，配备有多声道音响。节目放映由控制台操纵，控制台里有磁带、磁盘及电脑装置。

多媒体

配备了相应软件程序的计算机可以让静止图像的放映与电视、音响、灯光、LCD 投影、以及各种交互式装置结合起来，综合成所谓的“多媒体”。视听(AV)指的是使用一排 35 毫米幻灯机进行的放映，这是一种公认的、效果强烈的演示方法，用于会议、展览会、对博物馆游客所做的富有吸引力的参观介绍等场合，可以形成各种气势宏大、质量高级的图像放映形式。这种多机放映(图 11.31)还提供一种引人注目的传播形式——大幅画面的叠化、混合以及快速变换。环绕屏幕上一会儿是由各种不断变化的小幅画面组成的大画面，过一会儿又出现了一个充满整个屏幕的图像，形成一个全景画面。

这种 AV 节目是以时间为基础的，幻灯机的开关信号由开盘式磁带或 CD、DVD 盘来启动，CD 盘上也录有声轨。幻灯机的机械结构很复杂，烧坏一个灯泡或卡住一张幻灯片就会使放映中断，这种复杂性使这样的放映困难重重，尤其是必须在无人看管的情况下长时间放映时更是如此。由计算机控制的大屏幕视频投影的各种改进，以及编辑软件的开发，使复杂节目的制作发生了革命性的变化；例如编辑软件能够把扫描输入的影像进行分割并把分割的各个部分以数字形式分配给若干个视频投影机。高质量的静止影像、活动影像、伴音、以及效果指令全都可以从一张盘中播出。其它的放映设备(包括液晶显示投影仪)可以直接从电脑硬盘中输入影像。

与此同时，交互式的放映形式也已成为可能——既可以在有众多观众的场合放映，也可以是一对一式的节目(常常是使用CD、DVD盘)，在这种放映形式中，人们观看计算机屏幕上的内容，并通过所显示的触摸式响应栏与其发生联系。如果你是一位在商业领域或在艺术领域工作的，颇具抱负的摄影师，那么时刻留意多媒体今后的发展情况是十分重要的。这里所提供的知识可以帮助你为自己的摄影事业开辟新的市场；还可以使你在摄影作品展上以最能引人注目的陈列形式来展示你的作品。

内容提要

●“手工”制作照片可以摆脱照片的常规形式，例如可以把配制好的液体卤化银乳剂涂到二维或三维表面上去。要把影像内容与所选择的基底材料的质地和特性联系起来。

●树胶重铬酸盐印相法是一种非银成像法，最终影像由一种或多种水彩颜料构成。在选好的(刷过胶的)纸上涂上一层掺入重铬酸钾作为感光剂的树胶与颜料的混合物。用放大后的底片在涂层上接触印相，用富紫外线灯曝光。在用热水“冲洗”过程中，可以用手工方法使阴影部分变亮或者把某些部分擦掉。

●用宝丽来感光材料拍得的一次成像照片，可以用“乳剂层揭取法”把照片上的彩色影像剥离下来，把剥下来的薄膜(起了皱的、被撕裂的，等等)附着在一种不同类型的衬底上。另一种方法是“影像转印法”，把剥离型感光材料上已显影的负片铺在润湿的水彩纸上滚压，使其与水彩纸紧密接触。

●在纸张上复制照片的三种传统方法是：凸版印刷(印刷表面凸起)，平版印刷(疏水油墨)和凹版印刷(表面有着墨孔)。今天，印刷前的制版工作大都使用数字技术。

●凸版或平版复制工艺是将连续影调的照片转变成由细微网点组成的图形。人眼有限的分辨力会把单纯的黑点和白点按照所占比例以及分布情况看成一个完整的影调范围。

●黑白照片分色成双色版，能够使影调范围丰富，提高密度；但需要至少两个加网分色底片和两次印刷。网屏线越密，细节就越丰富；但所用的纸张必须合适。

●彩色照片印刷要求至少用四个分色底片，分别用黄色、品红、青色和黑色油墨印刷(网屏要转成不同角度)。扫描仪(电子分色机)把照片信息转换成一系列代表四种分色底片的信号。当照片变成数字信号形式时，可以对图像进行蒙版遮挡操作，以调整反差和色彩、进行修版和加网；然后再把影像在制版软片上曝光，做成

加网分色底片。

●现在，除了制版外，图像扫描仪还有许多其它作用。桌面平台扫描仪可以把照片及(负像或正像的)胶片的原稿转换成数字数据供计算机处理；扫描35毫米胶片或胶卷的台式扫描仪作用与此相同，分辨力的设定必须适应准备制做的照片的尺寸。

●提供分色用照片原稿要避免原稿与复制图片的尺寸差别太大；原稿要能够贴在滚筒上扫描；要避免影响分色效果的表面纹理；要有一个与影像风格相适应的影调范围；要避免阴影部分的细节曝光不足或强光区曝光过度。

●随着计算机的数字图像技术正在不断改进，卤化银成像技术也在(较小的程度上)不断改进。电子方法与化学方法将在一段时期内共存。例如，一个兼顾成本和质量的恰当安排就是拍摄到胶片上、扫描、用电子方法处理、再印到卤化银感光材料上。只要存在着手艺技巧和比速度、比成本等重要的场合与条件(例如美术照片)，卤化银摄影就将仍然会有它的爱好者。

●输入摄影者使用的计算机辅助成像系统的数据，可以来自卤化银原稿(或者直接扫描输入，或者通过只读光盘)，也可以是直接来自CCD照相机或后背的数字数据，或者经由数字照相机的硬盘或存储卡片进行输入。这一系列输入方式中还可能要包括通过电话传送。

●计算机工作站需要操作软件和图像数据才能工作。如果要处理高分辨力文件以输出大幅照片，那就必须要有强大的RAM(随机存取存储器)。要计划在先——避免使用过高的分辨力，分辨力过高会减慢运行速度并占满磁盘空间。要有一个尺寸能满足需要的监视器和一套彩色管理软件程序，以使荧光屏上的图像表现形式与最后的打印输出相符合。外围设备包括装卸式硬盘的驱动器、存储卡阅读器、图形输入板等等。

●像Photoshop这类的图像处理软件可以实现成百上千种图像改动——有许多相当于传统的化学处理或蒙罩处理，还有精确的影调范围的“修改”、不露痕迹的挖剪粘补式的修版或剪辑、特技效果等。

●计算机的输出信号可以馈送给染料升华式、喷墨式和静电式等打印机；还可以馈送给加网图像排版系统、光盘写入器、胶片记录器(供随后以卤化银方法印相用)。图像可以输送给数字式放映装置供观众观看。

●染料升华打印机的图像质量很好，但输出的尺寸有限；所用材料也比较贵。喷墨打印的应用更为广泛，而且(高架式)能够在各种纸上打印出大幅的、具有摄影性制质的彩色图像来。光点打印机

把影像直接曝光在任何宽幅卤化银相纸或展示用胶片上，然后再进行常规的化学冲洗，但是价格较贵。其它数字打印机利用红绿蓝光线把数字图像曝光到热转印纸上，自动输出彩色照片。同样地，静电复印式打印机通过直接从计算机接收的数字图像数据进行工作以形成一幅完整的照片。

● “多媒体”把摄影、电视、声音等都综合到计算机控制的放映中来。过去局限于多台幻灯机的视听放映形式，现在借助电子技术而不断更新发展。这一发展也包括交互式计算机软件——对于专业摄影来说，这是一个大有前途的市场。

附录

A：光学计算

下面的公式都是有关镜头的，公式中使用了以下国际通用符号：

F = 焦距

U = 物距，物体离镜头的距离（从前节点量起*）

V = 像距，影像离镜头的距离（从后节点量起*）

D = 物体和影像之间的整个距离，不考虑节点间隔

O = 物体高度

I = 影像高度

M = 放大倍率

（*注意事项：对于远摄镜头和倒置远摄镜头，这两个距离很难测量准确，因为节点可能位于离镜头中心相当靠前或相当靠后的地方。参看第2章。）如果已知其它测量数据，可以计算出焦距、或像距和物距、或放大倍率：

$$F=\frac{UV}{U+V}=\frac{V}{M+1}=\frac{MU}{M+1}=\frac{MD}{(M+1)^2}$$

$$U=\left(\frac{1}{M}+1\right)F=\frac{D}{M+1}=\frac{VF}{V-F}$$

$$V=(M+1)F=\frac{DM}{M+1}=\frac{UF}{U-F}$$

$$D=U+V=(M+1)U=\left(\frac{1}{M}+1\right)=\frac{F(M+1)^2}{M}$$

$$M=\frac{V}{U}=\frac{I}{O}=\frac{D-U}{U}=\frac{V}{D-V}=\frac{F}{U-F}$$

要记住，如果使用的是放大机或投影仪，“物体”就指的是底片或透明正片，而“影像”是指投映到尺寸板或屏幕上的图像。

影深

如果和焦距相比，物距较大时，计算景深的最简便的方法就是利用超焦距（见术语表）。对于大多数实际应用场合，这个方法可以提供足够精确的结果。

f = f 数

C = 模糊圈直径

$$H=\text{超焦距}=\frac{F^2}{f\times c}$$

$$\text{镜头到聚焦物体最近部分的距离}=\frac{HU}{H+U}$$

$$\text{镜头到聚焦物体最远部分的距离}=\frac{HU}{H-U}$$

近摄时曝光量的增加

由于平方反比律的作用，当镜头的位置离像平面大大超过一个焦距时，外部测光表指示的曝光时间应乘以

$$\frac{V^2}{F^2}\text{ 或 }(M+1)^2\text{或}\left(\frac{U}{U-F}\right)^2$$

上面三个公式中，中间的公式最容易应用；要记住 M 是物体的高度除以它在聚焦屏上的影像高度。

附加镜头和焦距

假定附加镜头的位置离主镜头非常近：

S = 附加镜头的焦距*

当使用会聚附加透镜时：

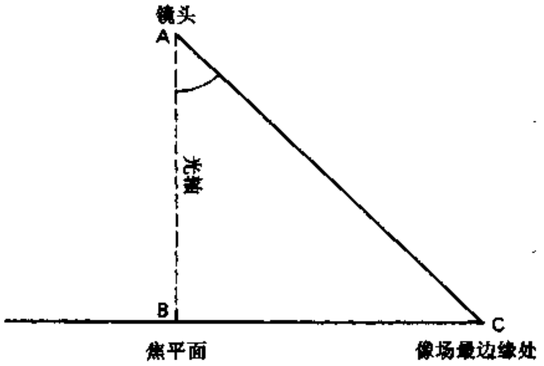
$$组合焦距 = \frac{S \times F}{S + F}$$

当使用发散附加透镜时：

$$组合焦距 = \frac{S \times F}{S - F}$$

余弦定律

镜头像场上照度的减少与像场上特定部分与光轴夹角余弦的四次方成正比。这就是说照相机内胶片画幅四角接收到的光线要比画幅中心少——对于不属于后退焦点式的广角镜头，这个现象更明显。使用负——正法摄影时，照相机镜头的这种影响常常会由放大机镜头上的余弦定律效应所补偿。但是对于正——正印相法来说，画幅四角变暗的情况是累加的。



使用彩色混合头放大机时，伊尔福可变反差Ⅳ型黑白相纸的滤光

相纸反差等级的效果	Dust(最大 170 品红)混合头	Dust(最大 130 品红)混合头	Besseler/Chromega Vivitar De Vere	Meopta
00	150 黄	120 黄	199 黄	150 黄
0	90 黄	70 黄	90 黄	90 黄
½	70 黄	50 黄	70 黄	70 黄
1	55 黄	40 黄	50 黄	55 黄
1½	30 黄	25 黄	30 黄	30 黄
2	0	0	0	0
2½	20 品红	10 品红	05 品红	24 品红
3	45 品红	30 品红	25 品红	40 品红
3½	65 品红	50 品红	50 品红	65 品红
4	100 品红	70 品红	80 品红	85 品红
4½	140 品红	120 品红	140 品红	200 品红
5	170 品红	130 品红	199 品红	——

*与 F 的单位相同。如果是以屈光度为单位，用屈光度值去除 1 米，即得 S 值。

B：药液配方：健康与安全

标有星号（*）的化学药品需要小心操作。

单浴

显影剂和定影剂组合成的单一溶液，用于冲洗黑白胶片。冲洗出的影象反差程度是固定的。工作方式是活泼的显影剂成分在定影剂长时间的惰性期内使胶片充分显影，然后定影剂再开始对胶片起作用。对于某些类型的胶片，可能会导致形成双色灰雾。

水（热的）	750ml
亚硫酸钠（无水）	60g
对苯二酚	30g
氢氧化钠*	25g
菲尼酮	3g
硫代硫酸钠（结晶体）	150g
加凉开水至	1升
使用前加入40%甲醛*	10ml

冲洗完成——20℃时约需6分钟。

用于黑白银影像感光材料的减薄液

减薄液R-4A是一种针对曝光过度的等量减薄液。这种减薄液可以增加反差，并去除灰雾。

原溶液A	
水	250ml
铁氰化钾	38g
加水至	500ml
原溶液B	
水	1升
硫代硫酸钠（结晶体）	480g
加水至	2升

使用前，把1份溶液A、4份溶液B和27份水混合在一起。当减薄到所需程度时，把胶片／相纸取出放到装有自来水的盘内。最后进行充分水洗。

减薄液R—8是一种比例减薄液。它可以降低密度并且略微减少反差。

水（约32℃）	600ml
硫酸铁铵	45g
柠檬酸钾	75g
亚硫酸钠（无水）	30g
柠檬酸	20g
硫代硫酸钠（结晶）	200g
加水至	1升

使用时不再加水。底片减薄需1—10分钟（18—21℃），然后用水充分冲洗。为减慢反应速度加1倍水稀释。

减薄液R—15具有超比例减薄的作用，主要减薄高密度区域并因此而降低反差。

原溶液A	
水	1升
过硫酸钾	30g
原溶液B	
水	250ml
硫酸（10%溶液）*	15ml
加水至	500ml

混合两份溶液A和1份溶液B。把底片放到坚膜液中预处理，然后水洗。减薄时目测减薄程度，然后定影，用水充分冲洗。

碘漂白液

用来把影像完全消除，使照片上的被摄对象"显现"出来，还可以蘸在刷子尖上使黑色斑点变为白色（这些白色疵点就可以用普通的染补方法除去）。

温水	750ml
碘化钾	16g
碘*	4g
加水至	1升

这种漂白液容易保存。用刷子或脱脂棉蘸抹未经稀释的漂白液。为了消除厚密度棕色斑点，在少量的照片定影液中漂洗浸泡（10分钟）。倒掉定影液。用水充分冲洗。

用于黑白卤化银感光材料的加厚液

加厚液IN—4属于比例加厚型（铬盐加厚液）。加厚液可以强化影像而不会使反差有很大变化。

原溶液	
水	500ml
重铬酸钾*	90g
盐酸（浓缩）*	64ml
加水至	1升

使用时混合1份原液和10份水。对底片进行预坚膜。然后在减薄液中漂白黑色影像，水洗5分钟，在普通溴化银相纸显影液中进行再显影。在白光下操作（但不要在直射阳光下）。最后漂洗、定影、水洗。可以重复上述操作以加强效果。

加厚液 IN—6 是一种次比例加厚液。它对低密度区的加厚多于对高密度区的加厚，从而减小了反差。用于高感光度底片材料时效果最好。

原溶液 A	
蒸馏水（约 21℃）	750ml
硫酸（浓缩）*	30ml
重铬酸钾*	23g
加蒸馏水至	1 升
原溶液 B	
蒸馏水（约 21℃）	750ml
偏重亚硫酸钠	3.8g
对苯二酚	15g
润湿剂（柯达 Photo-Flo）	3.8g
加水至	1 升
原溶液 C	
蒸馏水（约 21℃）	750ml
硫代硫酸钠（结晶体）	22.5g
加水至	1 升

使用时，把 2 份溶液 B 加到 1 份溶液 A 中，要不停地搅拌。然后在搅拌的同时加入 2 份溶液 C 和 1 份溶液 A。水洗底片 5—10 分钟，在坚膜液中处理 5 分钟，再水洗 5 分钟，然后再进行加厚处理。加厚处理最长 10 分钟（20℃），要频繁搅动。如果在盘中处理，一次只能处理一张胶片，随后把溶液倒掉。最后水洗底片 15 分钟。

黑白卤化银乳剂

氯溴化银放大型。中间反差，暖黑调。

溶液 A	
水	750ml
明胶	25g
溴化钾	53g
氯化钠	15g
氯化镉	2g
盐酸（30% 溶液）*	2.5ml
溶液 B	
水	1400ml
硝酸银*	100g
溶液 C	
水	250ml
明胶	150g

把上述三种溶液都加热到 60℃。然后在琥珀色安全灯光下，把溶液 B 分为三等份，每隔五分钟向溶液 A 中加一份。最后一份加完后约五分钟再加入溶液 C。

成熟　使乳剂在 60℃ 的温度下保持 30—45 分钟，要遮挡所有光线。

涂布添加剂　使乳剂降温（但要保持在可以涂布到相纸上的液态——约 40℃）。然后加入以下添加剂（这里给的是每升乳剂用量）。

溴化钾（10% 溶液）	2ml
铬矾（10% 溶液）	15ml
福尔马林（40%），1 份加 3 份水*	40ml
酒精（精馏酒精）	10ml
甘油	10ml
硫酸，10 份水中加入 1 份*	3ml

配制好后，可以把乳剂贮存在不透光容器内，放人冰箱。涂布时，可按第 11 章“液态乳剂”介绍的商品乳剂涂布方法进行。

树胶重铬酸盐配方

见第 11 章“树胶照片”一节。化学药品的安全操作和使用

大多数常用摄影药品与烤箱清洁剂、驱虫剂、粘合剂等司空见惯的家用化学药品一样，使用起来没有什么危险。但是，像漂白液、调色液和加厚液等一些用途较为专门的摄影药液确实含有必须小心操作的酸或刺激性化学药品。在以上介绍的药液配方中这类药品都标有星号（*）。直接接触化学药品后的反应表现不一，有的手指染上颜色，有的直接过敏，像手或眼发炎刺痒，或皮肤灼痛感，还有的在数天之后才出现一般过敏反应。如果患有任何种类的皮肤病，或患有枯草热、哮喘之类的过敏性疾病，操作时就应格外小心，因为患有这类病的人，他们的皮肤更敏感。

以下注意事项适用于所有摄影化学冲洗的过程：

●避免让皮肤与所有化学药品接触，尤其是浓缩液或干粉。接触这类药品时要戴上薄塑料（一次性）手套，在盘中冲洗时，要用照片夹子取出或翻动照片。

●避免吸入化学药品的粉末或烟气。要在通风良好（不是穿堂风）的地方给干粉称重或溶化干粉。不要弯着腰操作，可能的话戴上一个口罩（骑自行车人戴的布口罩很便宜）。

●注意保护眼睛。混合化学药品时要戴上防护眼镜，最好是可以戴在原来眼镜上的那种。（记住在冲洗过程中，不要戴着沾染了化学药品的手套去揉眼睛。）如果把刺激性药品溅到或揉进眼睛里，要立即用大量温水冲洗。要持续冲洗至少十分钟——一定要冲洗眼睛表面，而不要只冲洗眼皮。要在操作地点附

近放一瓶洗眼药水。

●保持物品清洁。溅出的化学药液任其自己干燥就会变成粉末，你可能会吸入这些粉末或沾在手上和衣服上，还会损坏胶片和器具。同样地，不要让丢弃的、浸透药液的试验照片在操作地点附近的敞口垃圾桶内自行晾干。为避免化学药品沾到衣服上，要系上一条 PVC 的或一次性聚乙烯的围裙。

●化学药品的标签非常重要。要仔细阅读化学药品制造商印在标签或包装上的警告性说明和用法，尤其是对以前没有用过的产品更要仔细阅读。如果一种产品属于可能造成危险的化学药品，或含有这种药品，制造商就必须按法律规定印出一个警告性说明。这个说明可能包括一个标志（下面列出了三种目标上普通采用的标志）以及一个危险说明和一个安全说明，安全说明的内容是建议使用者在必要时应采取的简单的急救措施。

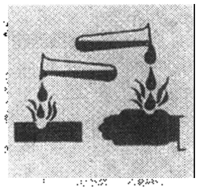
●在贮存化学药品和自制原溶液的容器上要有清楚的标签。一定不要把摄影化学药品装在仍贴有食品或饮料标签的瓶子或容器内。反过来，也不要把食品放在空的化学药品容器内。

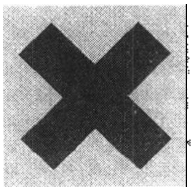
●要使化学药品远离食品和饮料。即使贴好了标签，也要把化学药品放到儿童够不到的地方——千万不要把药品贮存在放食物的地方或其附近。不要在暗室里吃东西，也不要在厨房里进行冲洗。

●化学药品配制步骤。如果配方中有酸，而这种酸又必须用浓缩的原液稀释，一定要把酸慢慢地加入水中（把水加入酸中会造成飞溅）。在清理东西时，不要把一盘药液倒进另一盘不同的药液中——交叉反应会生成有毒的烟气。

●在每天都进行药液操作、冲洗机每天都运转的房间里，你可能需要再安装一个局部通风装置。注意要让这个装置把烟气从你那里抽走，而不是吹向你。

有毒物质


腐蚀性物质


刺激性物质

C：电池

对于大多数种类的照相机、电动卷片器、手持式闪光灯、测光表或色温计来说，电池是不可或缺的电源。所以如果电池没电了，就意味着一切陷于停顿，因而可能断送一次拍摄机会，尤其是在外景地时更是如此，除非你能未雨绸缪，预做准备。每一种主要类型的电池都有不同的实际应用特性。

碱性电池　有很强的耐久性，这正是微型马达和照相机电路，以及闪光灯和摄影仪表所需要的。实际上不会泄漏。储存时间长，而且在低温下仍能工作得很好。

镍镉电池（Ni-Cad）　这种电池可以充电，电池和充电装置都很贵，但是有两只这种电池和一个充电器就可以总有新电池用。不过，给镍镉电池充电的次数要比更换碱性电池频繁，所以你可能在拍摄时被没了电的电池弄得束手无策。镍镉电池的使用寿命并不是无限的，而且随着电池的老化，需要更频繁地充电。由于这种电池输出的电流较高，可能会损坏某些电子电路中的元件，所以只有在器材制造商明确推荐时才可以使用。

氧化银电池　非常适用于照相机取景器内的 LED 显示等场合。使用寿命长，而且在整个使用期内都输出恒定电压。

锂电池　有若干不同的类型，都有着越来越大的重要性。储存寿命长。不过如果所有器材不是特别设计成使用锂电池的，用上这种电池后它的使用寿命会缩短。对锂电池必须采取有效的防泄漏措施——千万不要把没电的锂电池继续留在器材内。

存放电池

请记住，电池是靠化学反应来工作的，温度高时反应速度快，温度低时速度减慢。在温热条件下存放电池会减少使用寿命——放在你口袋中的备用电池，其电力消耗的速度几乎和装在你的相机中的电池一样快。在低温下许多电池都变得不活泼。冷天在室外可能需要用体温给电池升温，以便能为摄影器材提供充足的电力。由于同样原因，把电池密封在聚乙烯塑料袋内，再放进冰箱或冰柜内储存，可以大大延长保存期限。

使用电池注意事项

●安装电池前一定要注意极性。要按标明的正负极装入电池。

●装电池前，要尽可能用一块（干净的）擦铅笔橡皮擦拭电池两极接触面。然后再把接触面在干净的纸上擦一遍。这样做可以把电池性能提高 50%。

●不要试图给非镍镉型电池充电。

●不要试图打开电池外壳。不要把电池投入火中。不要让儿童能够拿到电池。

●如果器材要搁置大约一周以上的时间，最好取出电池。不要把没电的电池继续留在器材内，并且一年至少应更换一次电池。

D：业务实践概要

要想成功地经营一家开展摄影业务的公司，即使是独自经营，也必须掌握一定的管理技能，这类经营管理活动中，有些是摄影业务所特有的，但大部分对于顺利经营各种业务都是适用的。如果你在这方面缺乏经验，可以设法参加一个有关经营小企业的短训班。专业摄影师协会常常举办这方面的讲座。还有许多书籍和录像带，深入浅出地介绍了开办和经营自己的企业的基本原则。

以下是你需要了解的主要方面：

簿记 这可能是专业摄影业中最单调乏味的一个方面了。但是如果没有准确记录的帐目（或计算机数据），你很快就会变得一无头绪、二无效率，还容易触犯法律。各项完整的记录可以随时反映公司的财务状况。在会计师填制所得税申报表和类似的年度所得税申报表时，这些记录也减少了他需要做的工作，这样也就节约了费用。

基本上说，你的业务活动需要一笔单独的银行存款。仅这一项就构成了一个简单的收支帐户。还要有一本日记帐或一张计算机软盘，把全部收支情况每天都登到里面。这件事要认真做，因为通过每天记录每一项收支，可以使你的会计师能够为你的年度所得税申报表准备并核对真正准确的数字。

从银行一次取出一笔现金，用来支付各种小额开支——工具、胶带、邮票、出租车费等等。把这笔钱放在“小额备用金”箱内，随着开支不断增加，这些钱就逐渐被签有日期的发票所取代。备用金减少后，把票据总额加起来并进行登记，然后从银行取出相等金额的钱补齐这笔定额备用金。小额备用金的做法避免了主要记录中挤满了零星的小额帐目的情况。这个做法还强调了不论金额大小，保留每一张有关发票的重要性。

还要对你的所有主要器材进行记录。这个记录可以起到财产目录的作用（针对火灾和失窃），更重要的是你可以和你的会计师就每一件器材的“折旧”率达成一致意见。例如，可以规定一台照相机的可靠工作寿命为5年，这就是说照相机的价值每年以一个固定的数额降低（实际上这是你的公司使用这台照相机一年的费用，在为申报所得税而计算营业利润时，这是经常费用的一部分）。

另一项重要记录是负片／透明正片记录册——一本可以按所接业务完成日期的顺序登记，另一本可以是按客户名称顺序或按被摄对象的性质排列登记。好的计算机会计软件会让你从同一个数据库内调出所有三种形式的内容。

对委托业务的收费——成本计算

知道收费多少合适似乎往往要比了解拍摄照片的技术细节更难。收费太多会失去客户，收费太少可能意味着努力工作而分文未获。有些摄影师是按该项业务的“现行价格”来收费，根据的是竞争对手们的收费水平和客户期望支付的水平。这个做法在摄影市场的上层可能是行之有效的，在这种场合，与摄影师的视觉表现手法和个人特点比起来，所用的时间和消耗的材料是次要因素。不过对于大多数公司来说，还是需要一个条理更分明的确定收费标准的方法——要在成本计算的基础上。

成本计算就是把完成一项委托业务时的每一项支出都列出来并确定其价格，这样再加上一定比例的利润就可以得出一个合理的收费价格。这样做就可以避免干赔本生意，而且只要使成本保持最低水平，这个收费价格就完全具有竞争力。列出各项成本不仅要列出胶片相纸这类的直接成本，还要包括各种间接支出（“经常费用”）。典型的经常费用有租金、电费、电话费、水费、清洁费、取暖费、房屋维修费、文具、小额备用金、设备折旧和修理、保险费、银行手续费、贷款利息、以及会计费用。此外还包括雇员的工资和你自己的工资。把成本分摊到全年的工作日上（不包括你自己的休假和公共假日），就可以算出每天甚或每小时的营业成本。

关于成本计算，你的收费价格应是由三部分加到一起构成：

1. 在你完成一项委托业务期间，你的公司的经营费用。

2. 拍摄中发生的直接支出（像摄影材料、差旅、食宿、模特儿、道具租用、冲洗门市部收费、以及代理费）。

3. 你决定的公司业务的获利百分比。利润率可以在15%到100%之间，有时候利润率可以根据客户对你的重要性而变化，或者改变利润率来补偿一项本来可以拒绝的枯燥乏味的委托业务。

摄影师常常按照事先讲好的每日收费标准来收费，另外再加上材料费用和其它直接费用。如果知道公司的经营成本，而且可以凭经验估计出各种不同照片所需的准备、拍摄及冲洗时间，那你就能够报出一个相当准确的最终价格。不过，要就预计一天可能完

成的照片数目同客户达成某种大致的协议，这时要考虑到具体的拍摄对象和拍摄条件。不然的话，客户往往迫使你在牺牲质量的情况下追求数量。而过后他们又提出抱怨。

委托业务表

当有客户要委托你拍摄照片时，填写一张委托业务表是明智的做法。填写内容应包括拍摄内容、地点、可能的拍摄持续时间、双方同意的收费价格和费用。表中还要详细说明拍摄照片的用途以及任何与普通版权做法不同的地方。要用小号字体在表上印出有关解约金、“工作日”的长度等的详细说明。客户签字后，这张表就可以作为一份简单的书面合同。因此这张表可以避免日后出现麻烦、误会和争执——这样对双方都有利。

随工单

为掌握正在进行中的委托业务的情况（尤其是当若干人在不同时间从事这同一项业务时），使用随工单是一个好办法。客户从来看不到这张随工单，但是从一项委托摄影业务达成交易起，随工单就开始发挥作用。它随着一项工作走，从拍摄到印相、到修版和最后修整，等到完成的照片交活后，随工单就归入交款人档案。随工单上还有任务说明、客户的姓名和电话号码。参与一项工作的每个人都要记下他做的那部分工作所花的时间、费用、材料等等。即使你一个人做全部工作，采取随工单的方法也可以避免在接下了业务而忘记去做，或者完成了这项业务而一直没有收费。

开发票

在寄出照片的同时就给客户开出发票，往往显得有点儿太着急了。但是如果过了几个月再寄出发票，可能会搞乱客户的会计制度，并且让人感觉你没有效率。通常的做法是在寄出照片约一周左右再开出发票，以后每月最后一天寄出一张催帐单（只注上发票号、日期和金额）。有的公司只在接到催帐单后才付款。

现金流量不均衡是小公司最常见的问题。客户（尤其是广告公司）拖延向摄影师支付费用是尽人皆知的。他们往往要等到他们的客户向他们付了款，他们再向摄影师付款。因此有一两项固定的委托业务是有好处的，虽然这样做可能单调乏味；但是可以很快得到付款、甚至值得给客户一个特别折扣。

版权放弃证明

对于任何为你的商业照片做模特的人，都应要求他或她签署一份“照片版权放弃证明”，见 299 页。（这个证明可以复印下来在业务中使用）。这个证明事实上使你不会受到日后提出的、影响这幅照片使用的要求的干扰。客户通常都坚持要广告照片或宣传照片上所有能辨认出来的人都签署一份版权放弃证明——不论是为此要求酬金还是只要一点小费。例外情况是新闻和文献照片，照片上的人构成现场画面中当然的、不可缺少的一部分；但这种照片不能用于商业目的。

版权

要小心某些委托业务的协议和合同、其中剥夺了你对最终照片的版权。现在在大多数国家里，照片的版权都属于摄影师（除非他或她是作为一个拿薪金的受雇摄影师而工作）。当涉及到翻印、进一步使用费，以及对其他人可能使用照片的一般管理，版权问题是很重要的。如果一项协议通过例如让你交出透明正片或底片的方法而永远剥夺了你的一项潜在的额外收入来源，那么这一点应该反映在提高委托业务付款上。在你承接业务之前，委托业务表会帮助双方澄清这种情况。

宣传你自己

和其它服务行业一样，专业摄影业要想生存下去并且越来越兴旺，就要进行精神抖擞的推销。一家专业摄影公司并不和公众直接发生关系，因此它所需要的促销方式当然不同于那种必须在公开市场上进行竞争的方式。不过，还是有一些重要的共同特点要记住。

经营场所要给潜在的客户一个正确的印象。摄影工作室可能是一个旧仓库，或者是一个位于主要大街上的店铺，但是它的外表应当使人感到富有活力和想象力，而不应使人联想到冷漠、衰败和没有效率。店内的装饰、家具和陈设非常重要，并应该反映出你的公司风格。保持经营场所的清洁。使用的设备要看上去是专业设备，而且工作可靠。

公司名称、标志、便条和包装物的设计，以及公司的所有印刷品，都应体现出统一的公司的风格。对于照片样品资料也要十分留意。一定要把它们充分展

示出来，并且专门挑选、布置，以适应某一个潜在客户的口味。还要准备一些使用你的照片的出版物插页以帮助加强客户对你的信任。向客户介绍照片资料，并补充他们想要了解的有关内容。如果你觉得自己不能胜任这种推销工作，就雇一个合格的代理人代表你做这件工作。

不要忘记，你自己需要表现出精力充沛、热情洋溢又富于情趣，技术精湛而值得信赖。对于你雇用的助手，也要让他们表现出类似的品质。要准时到达拍摄现场，所坐的汽车也应颇具专业风度，要把摄影器材十分在行地装在车上。如果你想做一个行为怪癖的摄影师，这能保证在短期内你将给人留下一个深刻印象；但是你的工作必须给人以更深的印象，才不会使人们对你古怪行为的容忍变成反感。大多数客户实际上都是极为保守的。比较明智的作法是用你的照片的质量给人留下印象，而不要依靠在拍摄中的哗众取宠的表现来做到这点。

拍摄过程中要让客户感到你对自己的工作非常熟悉。把重要的附件忘带了，过多地摆弄摄影仪表，器材出了毛病，以及紧张的心情（这很快就会让别人察觉），这些都会导致一项委托业务的失败。做好充分准备，加上使用各种器材的经验和自信，就会使你表现出一种从容不迫、得心应手的工作态度。同样地，在向客户报价时采取一种坚定而公正的态度。你会使对方感到这个报价是经过仔细考虑的，还会顺便使他意识到你这个人是不会屈服于压力的。如果你的收费是根据完成这项工作所需费用合乎逻辑地计算出来的，那么很显然，只有当你在工作中可以使用快捷的办法时才能考虑给折扣。

照片版权放弃证明

致：

考虑到你同意由于我充当模特儿供你拍摄照片而向我支付酬金，我特此承认并同意：

这张（些）照片的全部版权（包括所有复制的权利）属于你。

你和/或你的许可证接受人或代理人，有权根据你或上述接受人或代理人的决定，以任何方式使用这张（些）照片及其全部复制品，可以全部使用或部分使用；可以以任何方式或形式使用，可以借助任何媒体使用；可以单独使用，也可以与其它照片、其它照片的一部分或若干部分、图画或其它形式的说明一起使用。

不论是否经过重新修版、改动或加工，这张（些）照片，及其所有复制品，以及同其一起发表的或与之有关的任何陈述和/或词语，都将被认为所表现的或所指的是一个想像中的人物而不是我本人。

只要我的名字没有和这张（些）照片的发表一起发表、使用或提及；那么这张（些）照片及其任何复制品，以及与这张（些）照片一起发表或与之有关的陈述或词语，都将不认为与我本人有关。

* 我已年满 18 周岁。

* 我尚未年满 18 周岁，但是我的父（母）亲/监护人已同意我做这项工作，并同意本证明中提到的这张（些）照片的使用权。我已读过并完全理解本合同的各项条款。我授权你把我的模特儿酬金付给：

* 我的代理人

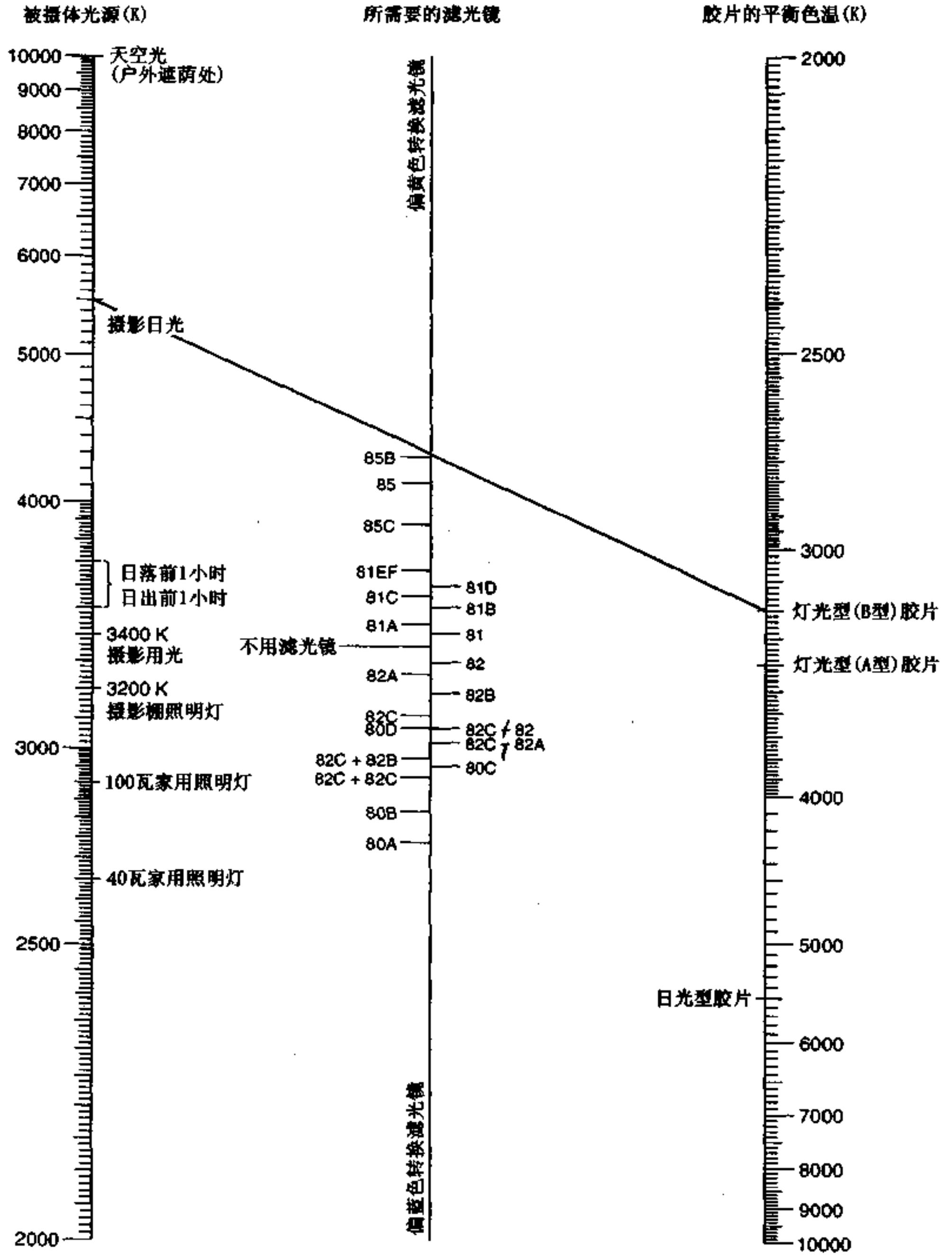
* 我本人 ______________________________ 地址 ______________________________

签字 ______________________________ 拍摄日期 ______________________________

* 把不适用的项目划掉。 委托业务编号 ______________________________

E：彩色转换滤光镜查找表

在左边一栏找到被摄体光源的色温值。在右边一栏找到所用胶片的平衡色温。用直尺连接这两个数值（见所举例子）从中间一栏读出所需要的校正滤光镜编号。在图示的例子里，一个在色温为5500K日光下的被摄对象曝光到B型灯光胶片上需要使用一个85B滤光镜。



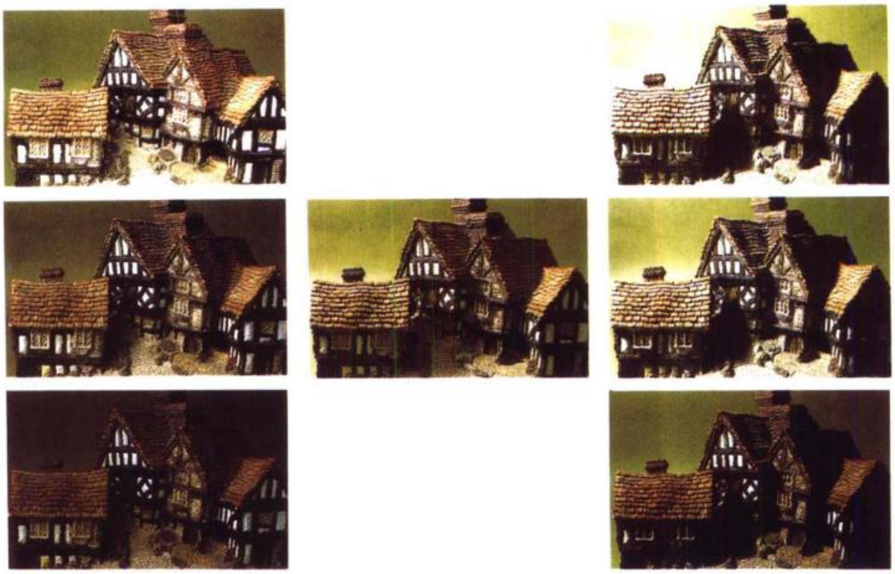


图4.3被摄体的反差越高，曝光宽容度就越低。在左侧用柔光照明拍摄的三幅照片中，上边的一张曝光过度两级，最下一张曝光不足两级。在强光照明时(最右边三幅)，只是一级曝光过度(上图)和一级曝光不足(最下图)就已经分别损失了亮部和暗部细节。中间的照片受到反差适中的照明，曝光正确。

图 4.7　左图：彩色反转胶片正常摄影的颗粒性。中图：在相机镜头上加柔光镜后拍摄的。作为胶片的固有性质，颗粒仍然明显。右图：用左侧透明正片制作的反转照片，制作时放大机镜头加了柔光镜。颗粒与影像细节一起消失了。

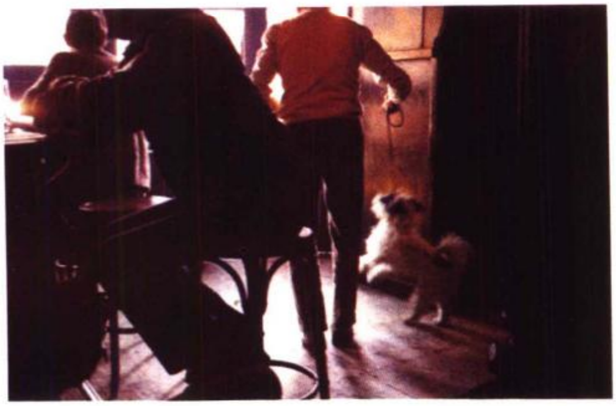


图4.8　颗粒通常能够烘托照片的气氛。这张啤酒厂的促销广告照片，通过星期天一家小酒馆内的场面使人产生联想，从而达到预期效果。

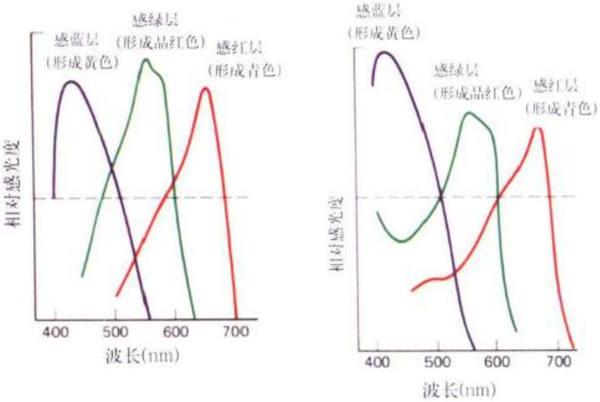


图4.17　日光型幻灯片(左图)和灯光型幻灯片的感色性曲线。只有虚线以上部分的响应才有意义。注意灯光型幻灯片额外的蓝光感光度。如果在日光下曝光，需加橙色滤光镜以避免过分偏蓝。

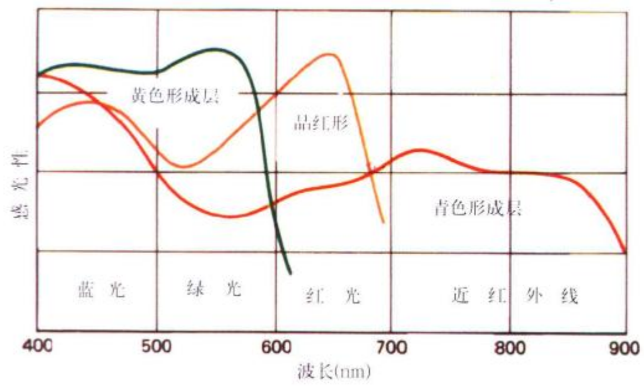


图4.30 红外线埃克塔克罗姆胶片各乳剂层的感色性曲线。响应主要是针对绿光(黄色染料形成)、红光(品红形成)和700—900nm的红外线(青色形成)。感红和感红外线乳剂层对蓝光的感光性在拍摄时通过加用黄色滤光镜而减弱。

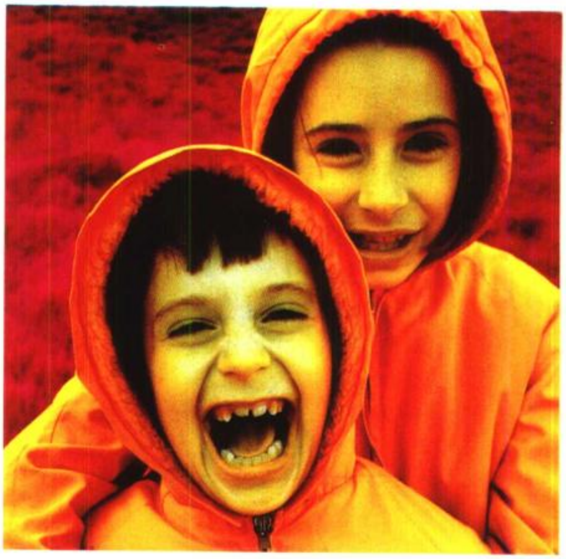


图4.32 儿童穿着鲜红色的衣服。用红外线埃克塔克罗姆胶片通过标准的黄色滤光镜拍摄。她们的蓝眼睛几乎再现为黑色，皮肤看上去像蜡一样。背景是草地和植物。

图4.31 在普通埃克塔克罗姆胶片上拍摄的风景(左图)、以及在红外线埃克塔克罗姆上、加用12号黄色滤光镜拍摄的同一风景(右图)。生长中的植物再现为品红色。

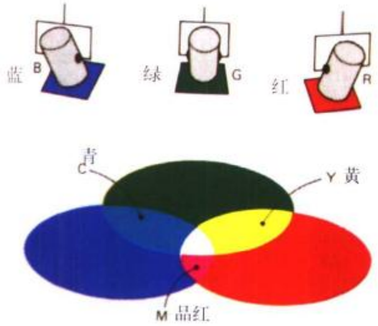


图5.1 各种彩色都可以通过加上不同量的红色、绿色和蓝色光组成。当绿色光被加到红色光上时形成黄色光。所有三原色的光等量的重叠在一起产生白色光。

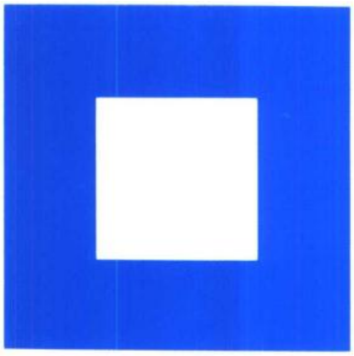


图5.4 在接近于阅读的距离上盯着这个图形15秒钟左右，然后将你的注意力转向紧挨着的留有空白的白色部位，紧接着再看这个图形，它的颜色呈浅黄色。

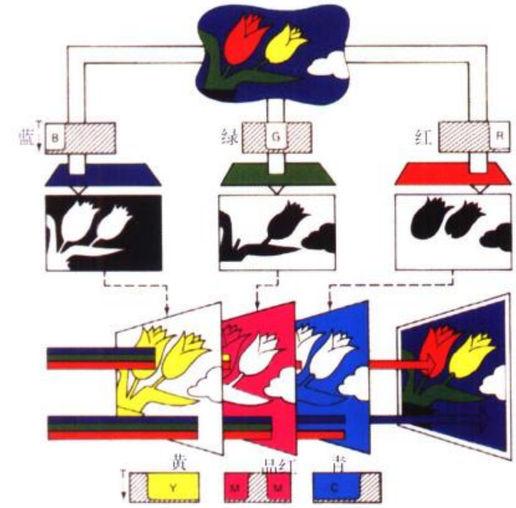


图 5.7 减色法彩色还原原理。上：被摄体通过红、绿和蓝滤镜对全色胶片曝光（或者通常对红、绿和蓝色感光的3个叠在一起的乳剂层曝光）。每个影像记录该光谱的三分之一。下：最终的透明片或照片由三个正影像组成，每一个都带有与其"拍摄"层的颜色反应成补色的染料。这些补色中的每一种补色都能透射（T）该光谱的三分之二，从白色的可见光中减去三分之一。大多数彩色胶片都根据这个原理进行工作。

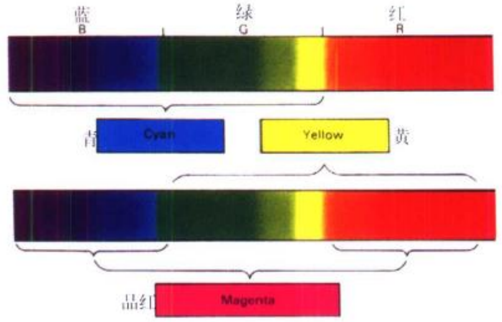


图5.6 光的原色和补色。白色光谱大致可以被分成3个原色带：红、绿和蓝。如果这些色带中的任何一个被移动，剩余的两个形成一种合成色，因此，当红色失去时，剩余的光呈青色——即它的补色。同样，黄色是蓝色的补色，品红色是绿色的补色。

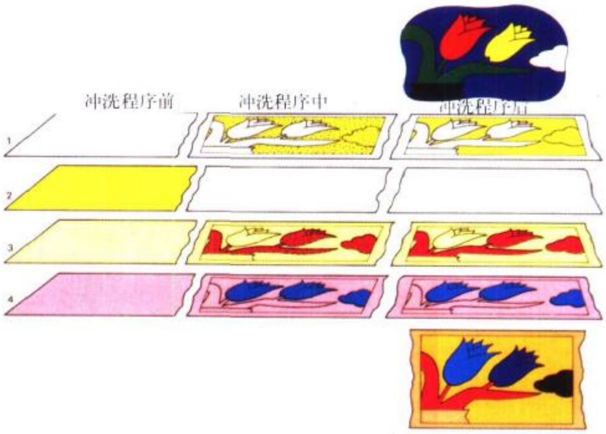


图 5.10 彩色负片。下：冲洗过程之前的基本层分解图（左）；彩显之后（中）；冲洗工艺完成之后（右）。第1层有感蓝乳剂加无色的黄成色剂。第2层是一个黄滤色层在冲洗过程中成为无色。第3层有感绿乳剂和浅黄色的品红成色剂。第4层有感红乳剂和淡粉红色的青成色剂。该负片的暖色调是由于黄＋粉红色色罩留在第3和第4层，这两层中的品红和青色染料还未形成。彩色相纸适合这种带色罩的影像。

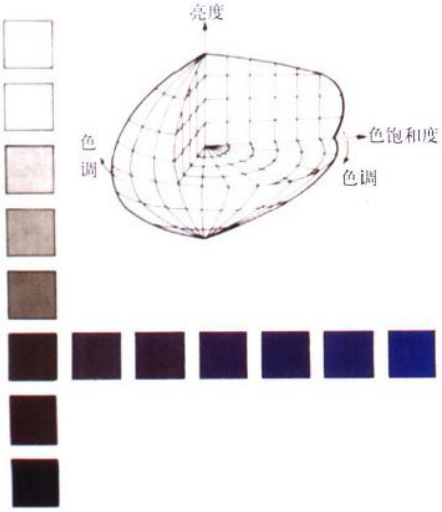


图 5.2 用于颜色分类的芒塞尔系统。"实心"代表该系统的三度。中心轴(中心的)从顶部的白色延续到底部的黑色。饱和度离开中心轴增强。实际上，这个球型形成许多图表，按纵轴转动，每一块都与一种不同的颜色有关。(此图向一边倾斜的样子是由于必须使用印刷油墨，而不是理论上的颜色，油墨仍然有严重的颜色限制。)下面表示的仅是一块蓝颜色图表中的两条，向右方饱和度增高，亮度垂直方向增长，任何色块都可以通过用色调、明暗度和色饱和度坐标值进行查找。下面的表格列举了4个例子。

	色调	明亮度	色饱和度
钛白	白	9.6	0.1
镉红	6.6R	4.3	13
翠绿	4.6G	4.0	8.8
象牙墨	黑	1.5	0.9

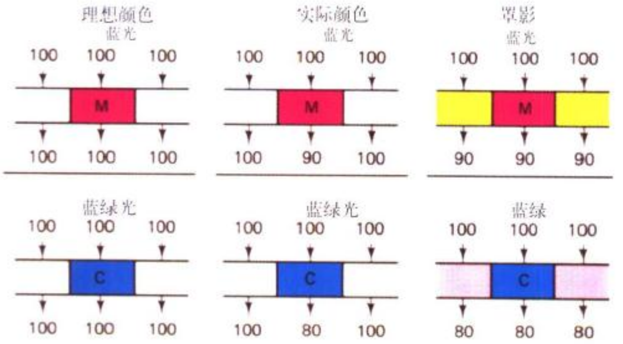


图5.11　为什么染料缺陷彩色负片需要色罩。理想的品红色（左上）应该像透明薄膜一样透射较多的蓝色光，但实际上（中）它吸收10%，但如果吸收10%蓝光的染料被加入品红影像层（右）的透明部分，这整个层对蓝色光起均匀密度的作用，且不再影响影像蓝色。同样，如果没有使用的青成色剂仍保持粉红色，吸收20%蓝色和绿色光的有缺陷的青色染料，便会得到改进。

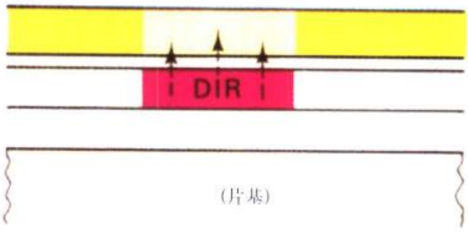


图5.12　显影抑制型成色剂(DIR)。在品红成色层彩显过程中形成的染料数量旨在延迟直对的上一层的黄色的形成。品红染料吸收不需要的蓝光的这种情况被所形成的少量黄色染料所抵消。色彩比较丰富、边缘清晰度看上去得到提高。

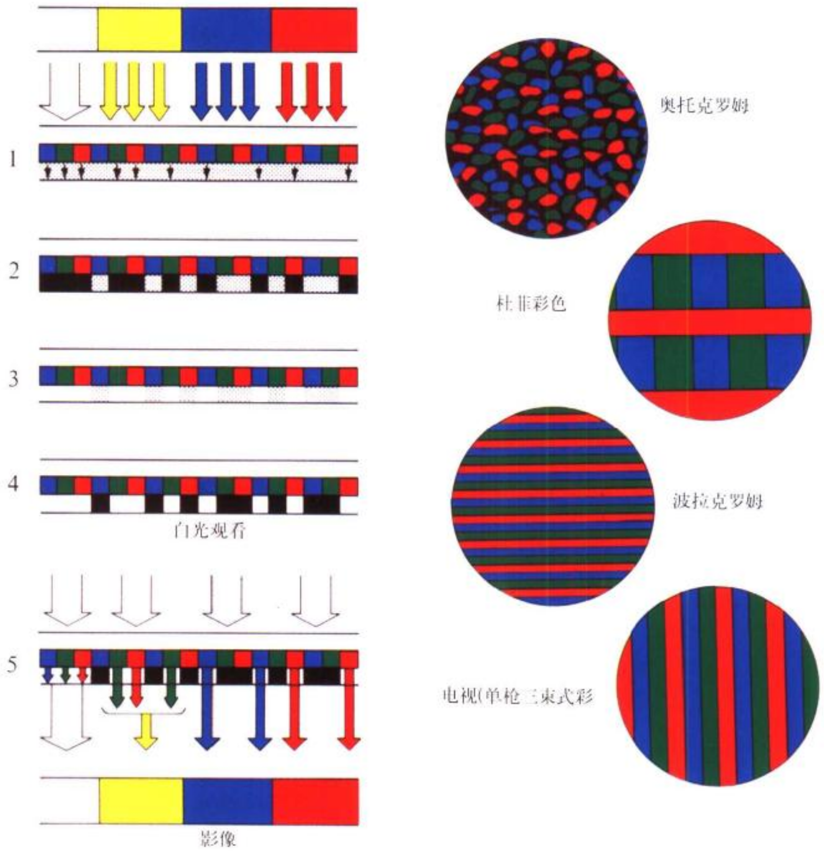


图5.13　使用镶嵌的滤光材料实现加色法彩色再现。1、胶片的横断面。小滤光片图案面对相机里的影像，由全色乳剂支持。影像颜色通过不吸收他们特定颜色的滤片。然后对胶片进行反转黑白冲洗。2、首显以后。3、通过漂白分离负像；4、剩余的卤化物被黑化形成正像。5、通过白光观看或投影，此胶卷的每一部分透射与原影像颜色相一致的光。如果呈马赛克状的滤片非常微小，那么从有颜色的部位看起连续不断。右：产生滤片马赛克的各种方法的细部。最早的奥托克罗姆，使用染色的淀粉颗粒，分布随便，中间的空间充满碳黑。使用网格，用染料（这里被放大）印刷的杜菲彩色。现在的波拉克罗姆有0.02毫米宽的彩色带。彩色滤片马赛克或彩色带同样用在电视和电脑监示器阴极射线管屏幕上再现彩色影像。

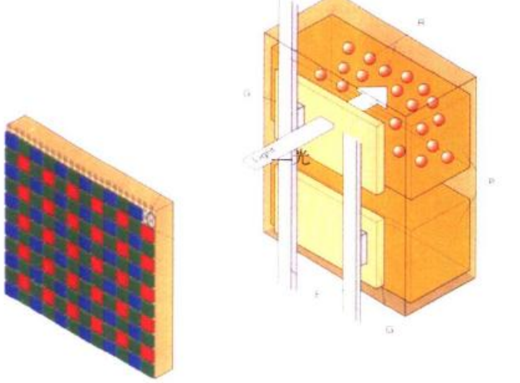


图5.19　三色过滤的CCD矩阵细部。过量的绿滤片使光反应更接近于人眼感光度。吸收红外光滤片（未显示）复盖矩阵面，对抗CCD对红外过分的感光度。右：达到每一个小的光点的光从硅中释放出电子。每个元件都有一个透明的附加电子门（G）。通过电极（E）应用的电压造成已曝光元件后面的硅部分（P）变成一卡片围成的“井”，保留这些避开光的电子（R）。曝光后在每个井里的电荷水平代表了所接收的光。参见图5.20。

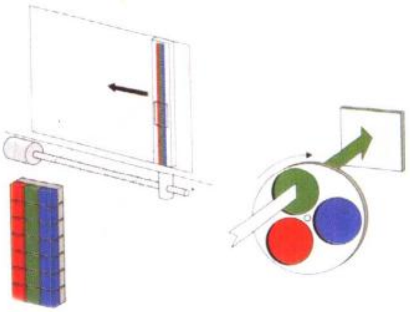


图5.25　左：用于一些大画幅或中画幅数码后背的扫描系统有三线性排列——三排CCD，过滤的红、绿和蓝色。这种线性排列缓慢地通过该相机的焦点平面，在几分钟的过程中读此影像。原理与平板扫描仪类似。右：三击系统使用一个（未过滤的）CCD矩阵。相机通过彩色镜头滤镜按顺序进行3次曝光，这两种排列要比多次过滤的矩阵产生较高的分辨率，参见图5.19，但仅限于静物被摄体。

图5.26　这是从电脑屏幕上拍摄的图像。（左）分辨率为每英寸170像素，（中）每英寸为55像素，（右）每英寸为40像素。颗粒较粗的分辨率使对角线和曲线呈锯齿状，选择输入的分辨率必须与最终的图像大小及输出（打印）设备的质量要求有关。用最终图像所要求的分辨率去除穿过画面底和高所输入的像素数目，就能求出最大的图像规格。要使图像不模糊，像素太少只能制作小幅照片；而像素太多可能使你的数据存储容量超负荷，而且延迟数码数据处理的时间。

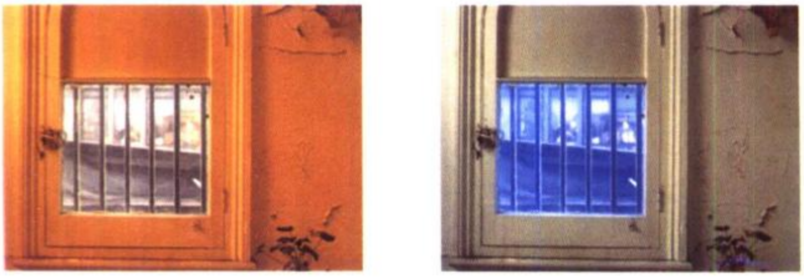


图6.15　混合色温照明：室内白色石灰墙由3200K钨丝灯照明，铁栏杆外面的细节由日光照明。左图是用日光型幻灯片拍的，右图是用灯光型胶片拍的。

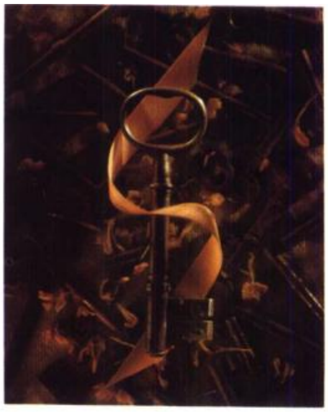


图6.17　在摄影室内拍摄多层被摄体（放在玻璃上的钥匙和丝带）需要几个光源。蒂姆·艾姆里用三盏钨丝聚光灯。一盏从右上方照亮上边的钥匙。另一盏从左边照亮下面的钥匙。第三盏灯经过漫射和琥珀滤光片，从左下方对阴影补光。

图6.18　不要过多使用辅助闪光灯。为取得自然效果，应当至少让闪光灯曝光不足二挡，同时让光线散射或反射，以便产生主要来自相机方向的柔和光线，用f / 16、1/30秒拍摄。拍摄右图时，在闪光灯前加了描图纸使光线柔化，同时用这一光圈并把输出功率调至1 / 4挡。

图6.20　闪光灯凝住了模糊的动体和清晰的前景细节，这为照片增添了一种不真实的成份。要想取得这个效果，用1/2秒快门速度。

图6.21　左图：在多云天气使用现场光拍摄，1 / 60秒，f / 8。右图：同样光线下，但在缸的右边两米处加了闪光灯，1 / 60秒，f / 16，此为这种室外闪光的正确光圈。

图6.35　从左前方用紫外线灯打在荧光产品标签上。从后面用少量钨丝灯光把产品的轮廓显现出来，在日光型胶片上产生一种暖调。

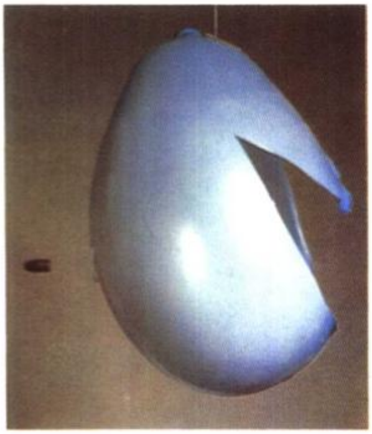
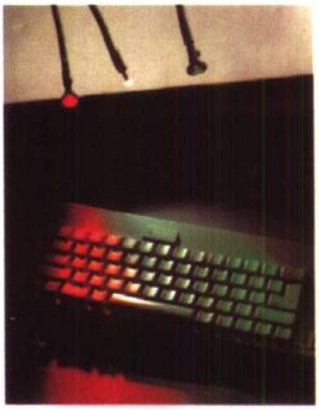


图6.36　用微型闪光灯拍到的子弹以450米 / 秒穿透汽球的瞬间。在全黑的摄影室里拍摄，把相机快门打开并锁定，闪光灯用传声和定时系统来触发。



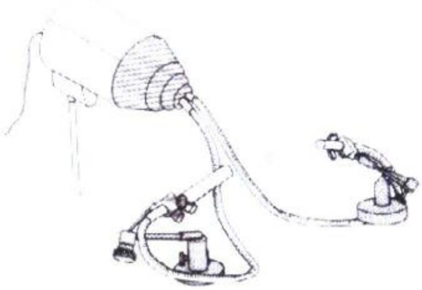


图6.37　光导纤维附件安装在摄影室闪光灯头前，能输出无热量的闪光或钨丝灯光，可以把光打在小件物体上(S)，或者增加局部色彩。

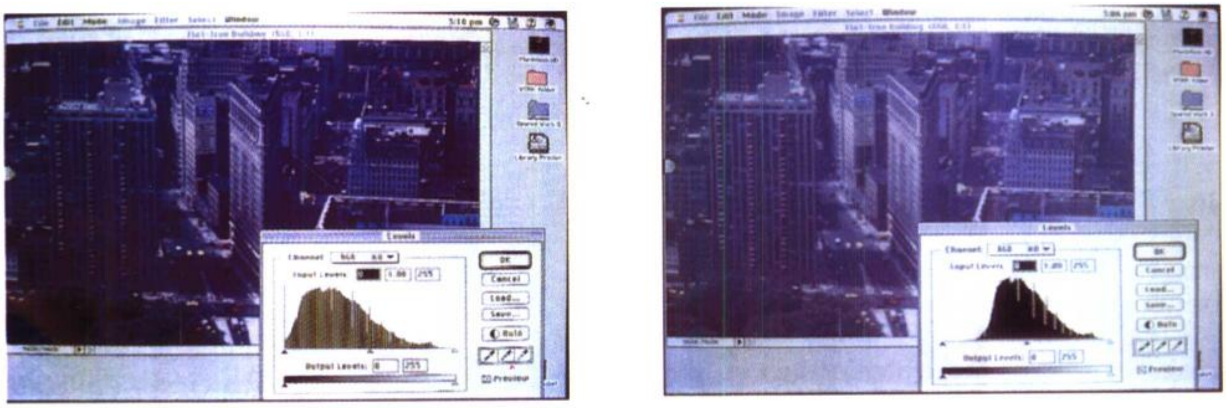


图7.28 用数字方法强化影调反差和密度。最终影像的制作可凭借显示在屏幕上的长条图控制。左图：经扫描后出现在监视屏上的低反差透明正片。长条图表明、可利用的有效影调范围仅有一部分。右图：用鼠标“延长”照明度等级的同等总量并把它们向左边移动，于是影像的反差增大、暗影调的比例提高。

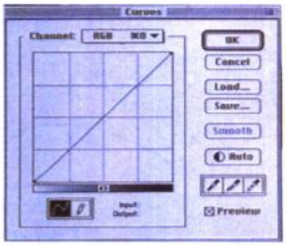


图 7.29 “Photoshop”软件包括。表示复杂的数字影像控制的影调曲线。左下图：未做图像调整的图表呈现出 45° 的斜线、绘制结果是：底线为输入影调、竖轴是未经调整的输出影调。右下图：此图表的顶端“固定”在最强阴影区，而最底部则位于最强光区。曲线中部被拉扯后重新形成新的曲线，直到使阴影区和强光区的反差增加为止 。

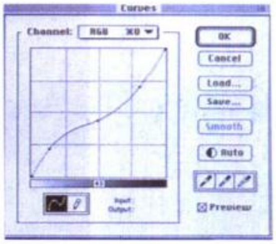
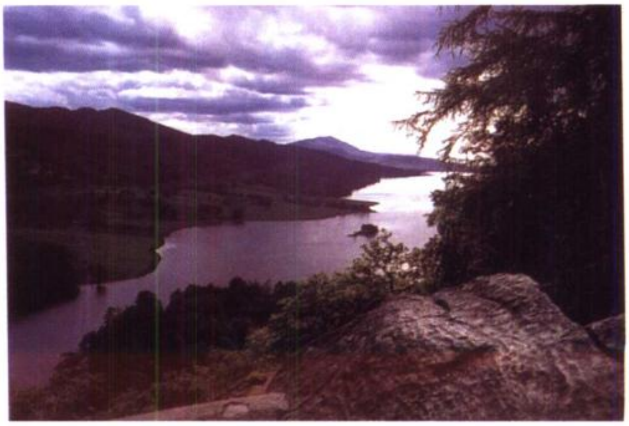


图 8.5 有时，风光的意境用灰暗的形状和压抑的色彩来完美地表现出来。前景细节可以同远处的景物特征相呼应。



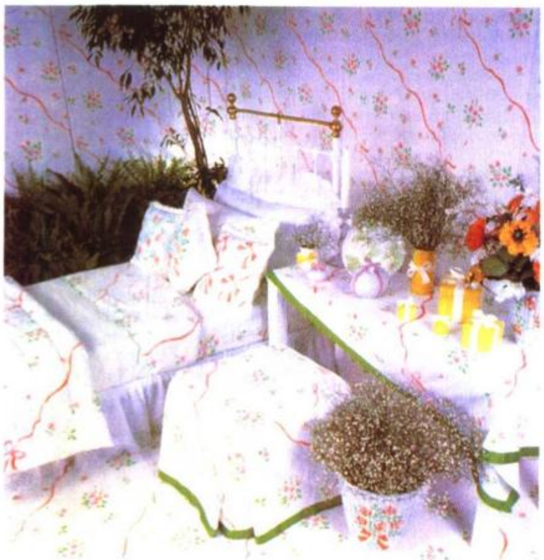


图8.8　这幅照片的拍摄目的是展示一个普通的装饰性主题、并且道具的布景旨在维护色彩的搭配、而并非为了表现真实感。

图8.9　位于卢瓦尔流域的古城堡。作者选好拍摄视点把一台6×6厘米照相机和40毫米镜头对准这幅画面后，他等候了1个多小时，直到所期待已久的暴风雨来临。这幅照片摄于第一场雨打破倒影和直射的阳光被云层挡住之前。

图8.13　劳里·坎贝尔用一个600毫米f／5．6普通(未加反光镜)望远镜头偷偷抓拍到这只塘鹅。

图8.18　这是使用带有防水罩的35毫米照相机在浅水中拍摄的情形。水可以迅速过滤掉日光中波长较长的光、从而形成这种典型的蓝青色调。做为补偿、可装上浅红色滤光镜或使用闪光灯照明。(上图)

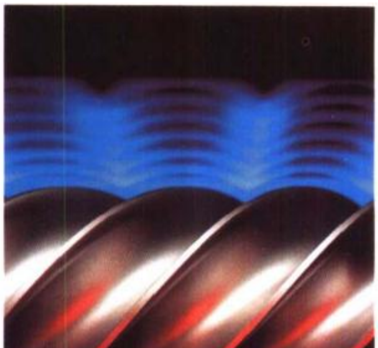


图8.12　作者生动地利用了简单的形状和色彩拍摄的静物作品。洁净完美的主体和严加控制的灯光是非常关键的。影调范围包括漂亮的阴影和没有平淡光线的强光细部、所有这些都可以在印刷时完美地再现。

图8.22　这幅卫星、行星和恒星的轨迹图是用一台普通照相机拍摄的，曝光时间长达数小时。拍摄地点设在高山地带，由于大气明澈，没有光线污染，所以在拍摄这成百上千条轨迹图时避免了光散射对影像反差的破坏。

图8.19　在进行航拍时如同拍摄静物一样，要努力选择能够使陆地的褶折清晰可辨的光线。清晰的能见度非常关键，尤其是逆光拍摄时。

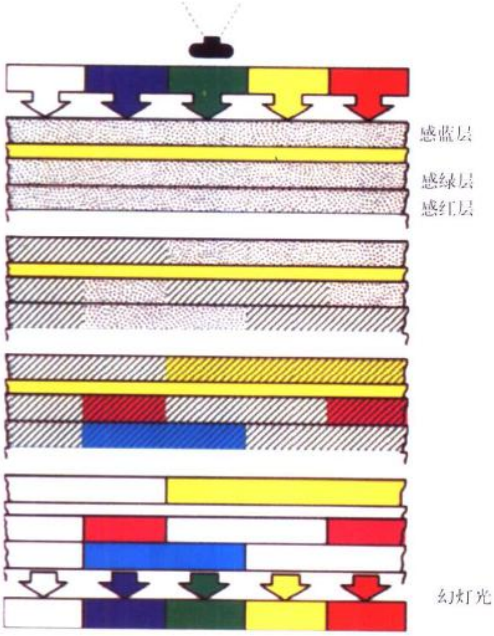


图9.5　含成色剂的反转型彩色幻灯片断层示意图：1. 感光层接受通过照相机镜头形成的影像。2. 首显(黑白显影)之后的状态。在感蓝、绿、红层中对影像产生了反应的部位生成了黑色银粒。3. 余留的卤化物经化学灰化及彩色显影后的状态。在各个感光层中形成了黑色银粒和黄、品红或青的染料影像。4. 漂白、定影之后，除去了全部黑色银粒。只保留了染料影像。此时对着白光观看底片，画面中再现出真实景物的颜色。

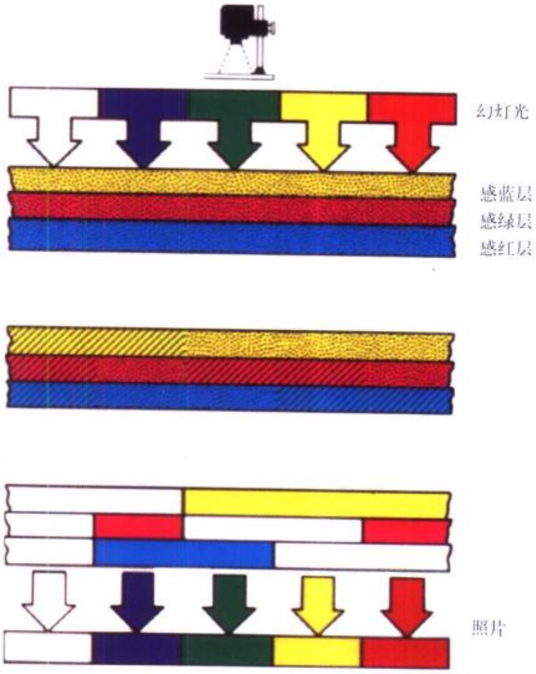


图9.6　采用染料—漂白相纸的正／正彩色复制。1. 幻灯片，经放大机投射出幻灯影像。2. 示意性的各感光层，曝光形成影像，染料含有银的卤化物。3. 显影之后，根据感光的多少在各层中形成了黑色银盐影像。4. 银／染料漂白之后的状态。染料只保留在没受到显影作用的区域内。照片再现出原幻灯片所具有的色彩和影调。

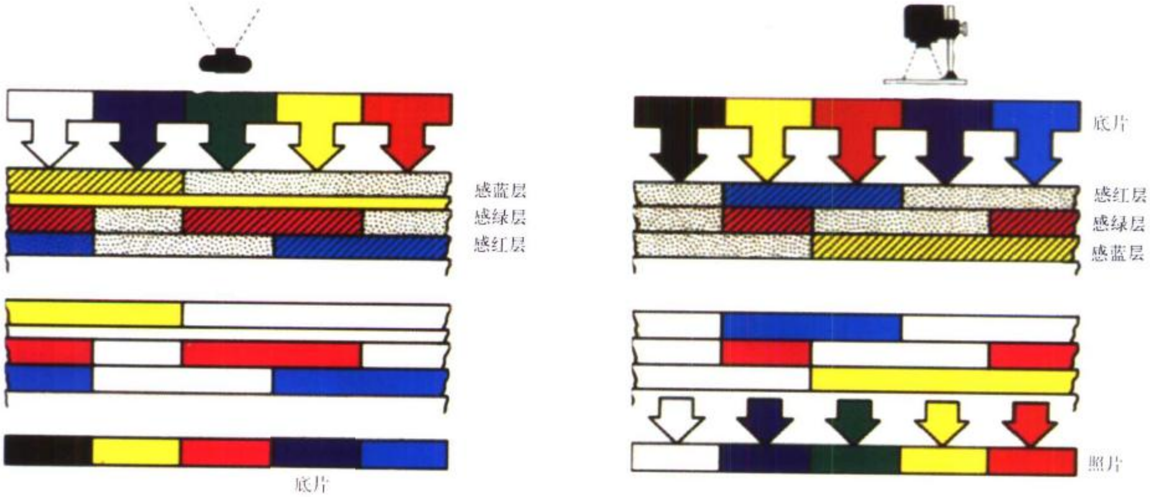


图9.7　负／正彩色复制。1. 用相机翻拍原来的影像。2. 经过彩色显影后，彩色底片上对彩色影像做出反应的区域生成黑色银粒和黄、品红或青色成色染料。3. 漂白和定影之后，除去了黑色的银粒。4、获得的彩色(负)底片。5. 用(负)底片在彩色相纸上曝光，随后进行彩色显影。根据每种感光乳层对曝光的反应，生成了黑色银粒和成色染料。6. 每种乳剂层漂白和定影后的结果。在白色纸基衬托下染料层再现了照相机中获得的原来影像的色彩。

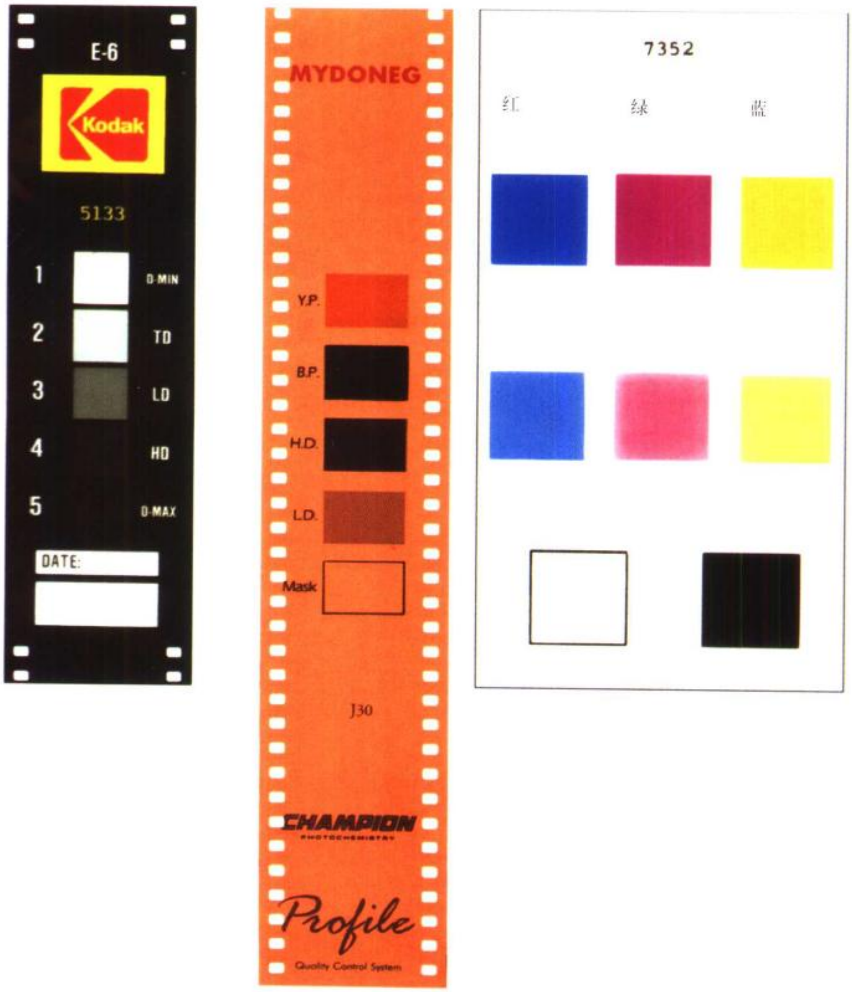


图9.24 冲洗出来的控制样条。左：彩色反转胶片。中：彩色负片。右：负／正彩色相纸。对于胶片来说，控制样条是用来取得最小密度、低密度、高密度和最大密度读数的，将这些结果和操作者所用药液冲出的单独曝光的样条加以比较。参看图9.29。在印出的控制样条上，对三种颜色的每一种都要测量其高和低密度的色块，测黑色块取得最大密度，测白色块取得最小密度。

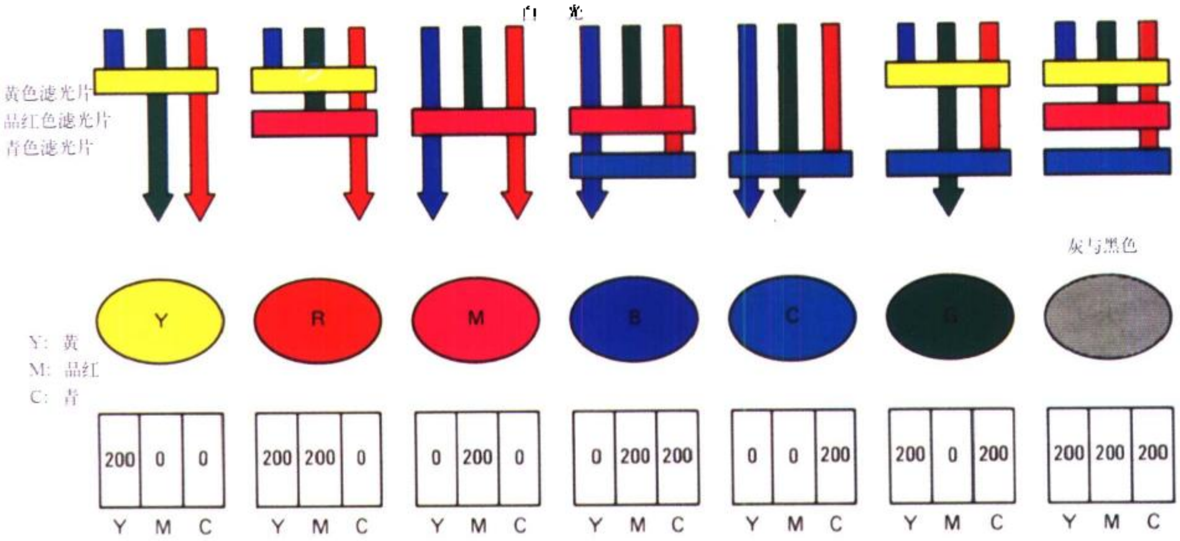


图 10.2　上：虽然放大机的彩色头只有三种滤光片，但是调节控制盘可以让光线在原色或补色的范围内做大幅度变化。每种原色是靠同时调节两种滤光片形成的。绝不要同时使用二种以上的滤光片。

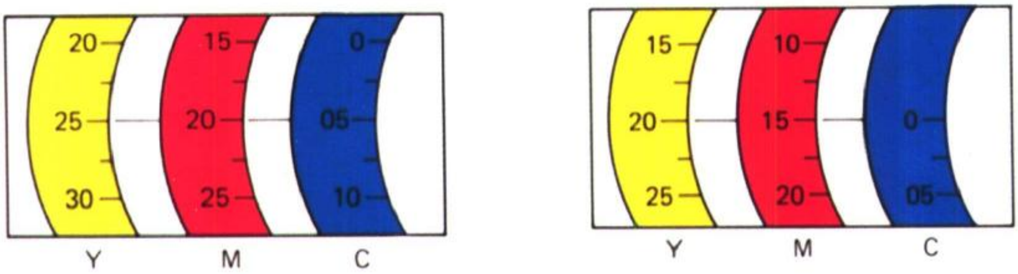


图 10.3　消除中性密度。左：这里的彩色滤光使用了三种颜色。右：为了避免不必要的中性密度，从三种调节量中都减去最小的那个调节值。颜色仍然保持不变，但光线变得较亮。

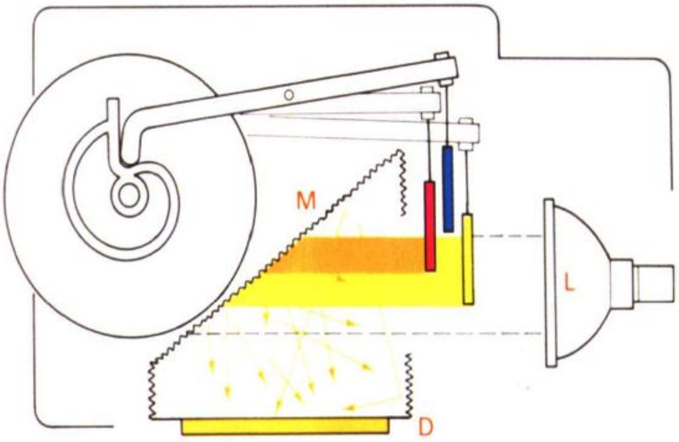


图 10.4　拨盘式滤光头内部的机械结构。转动左侧的拨盘时，滤镜被升起或降下落入光束中。毛面的白色混光盒将光束散射开来，并引导光线穿过漫射屏（下），均匀地照亮底片。

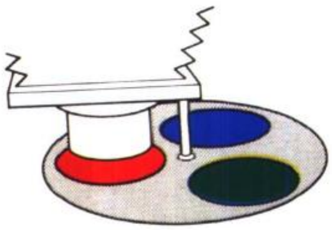


图 10.5　加色法彩色印放方式是在放大镜头下方安装一只具有深蓝、绿、红色滤镜的转盘。为了在黑暗中让操作人员知道每种滤镜的颜色和准确位置，盘上开有槽口。(图中未展示)。

图10.13　采用上述试验技术在气巴克罗姆正／正相纸上放出的影像。上图最左侧的试条是20黄，然后是20黄、40青；再者是60黄、40品红；最后一组是60黄，40青。每条的曝光量是：下：7秒；中：14秒；上：21秒。从中选定的参数是：20黄、10青、20秒。

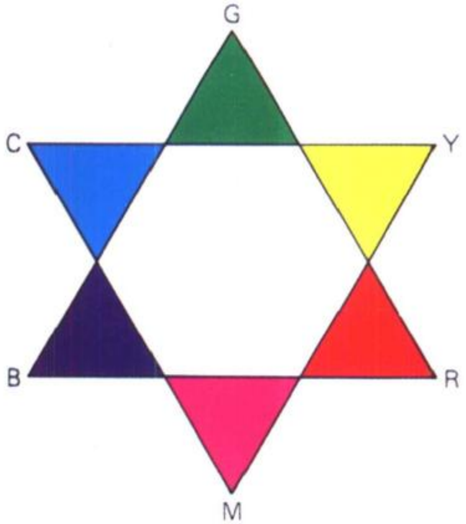


图10.17　色彩关系图。与各原色相对的是它们的补色。例如，青的补色是红。任何一种颜色都能用它两侧的、等量的颜色来生成。参看彩图10.2。

图10.15　正／正照片环形比较图的一部分。位居中央的照片使用了正确的滤光值；其它照片需使用标出的滤光值才能恢复正确的色彩。使用较小的调节量能够进一步接近中心照片的质量。在不能减少滤光值的情况下，用增加它的补色来代替。例如，用增加50黄（Y）代替减去50品红（M）50青（C）；用增加50黄（Y）50青（C）来代替减少50品红（M）。参看彩图10.17。

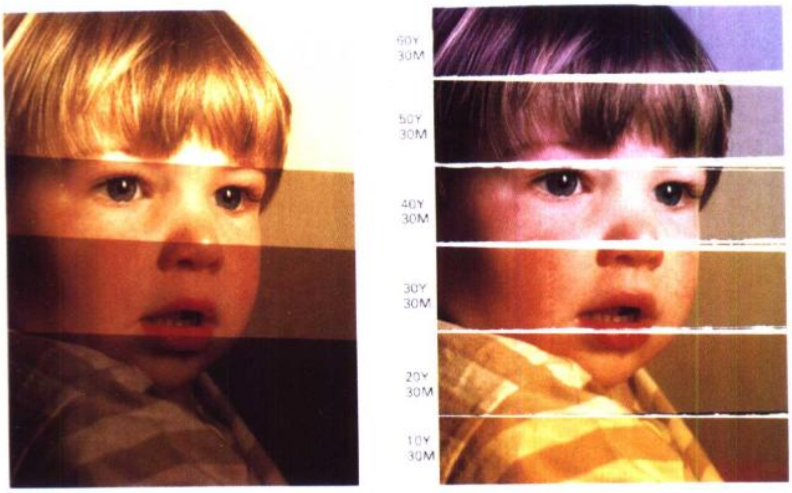


图 10.16　负／正型彩色试放。首先进行曝光试验（左）。曝光时间从上到下分别为5、10、15和20秒。接着用带有绞链挡板的曝光条检查色彩（右）。如图样所示，按相反方向改变滤光值。最终选定的结果是40黄、30品红，曝光时间12秒。Y：黄、M：品红、C：青

图10.19　负／正彩色印放的环形比较图。如果呈现出这种色泽的照片打算恢复到图中央的正确色彩，那就从放大机当前的滤光值中减去图示的滤光值。图中偏色最多达到80，这是为了表明6种色彩之间的不同——特别是红色和品红之间、蓝色和青色之间的不同。为了补偿滤光变化对密度的影响，曝光时间已做了必要的调整（参看图10.18）。

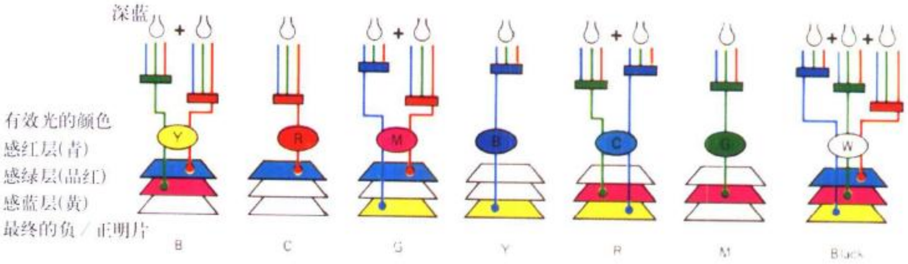


图 10.27　加色法放大工艺。上：蓝(B)、绿(G)、红(R)的曝光量分别影响负／正彩色相纸的三种感光层，形成不同的彩色效果。这些都是典型的例子，形成很高的色彩值或(用三种等量的曝光)中灰色调。在实际中总是通过三种滤光片给定一个曝光量。

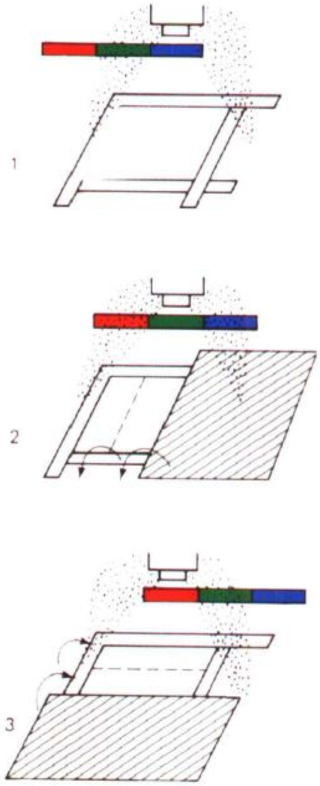


图 10.28　用加色法放大时，上述放大过程中的"方块图"曝光试验。1.用蓝色滤光片对整个影像曝光。2.相纸不动，透过绿色滤光片以不同时间做窄条曝光。3.最后透过红色滤光片挡板旋转 90° 做窄条曝光。

10B 25G 10R	10B 15G 10R	10B 10G 10R
10B 25G 7R	10B 15G 7R	10B 10G 7R
10B 25G 5R	10B 15G 5R	10B 10G 5R

图 10.29　本页中间冲洗好的试放照片，它含有九块区域。其中为 10 秒蓝，10 秒、15 秒、25 秒绿以及 5 秒、7 秒、10 秒红，见上表。最终的照片确定为使用：10 秒蓝、10 秒绿 6 秒红。

图 10.24　"主体失效"的例子。照片太平淡，色泽偏品红，这是因为底片的综合测量值受到暗绿色背景的严重干扰。

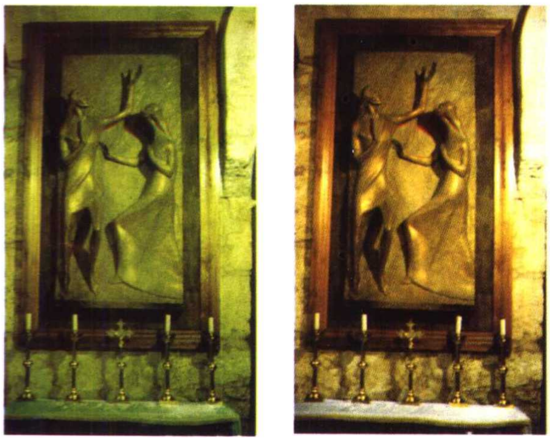


图10.36　利用幻灯片拷贝校正色调。左侧的幻灯片在日光灯下拍摄，色泽偏绿。右侧是透过一片CC30品红滤光镜制做的1：1拷贝。

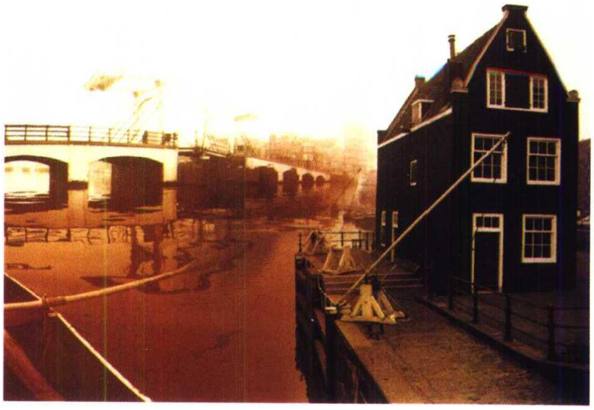


图10.37　利用黑白底片放大的彩色照片。这张照片具有逐渐变化的色调，制做时先用手加以遮挡，然后改变黄＋品红滤光再放大。它的效果类似于有选择的着色，但更加柔和、淡雅。

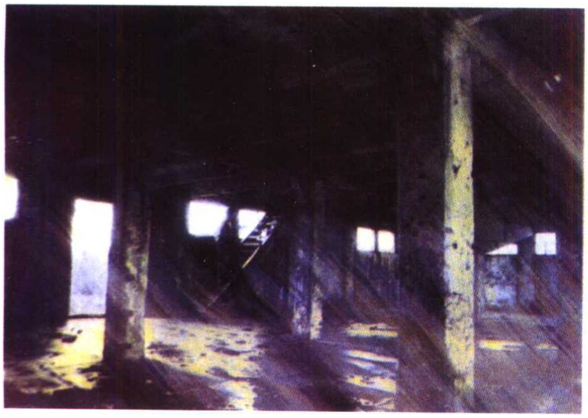


图11.4　树胶重铬酸盐照片，用接触印相法从一张放大的底片转印到涂有感光乳剂的制图纸上(左图)。

图11.9　这是一幅用影像转印法制作的照片。方法是把剥离型一次成像摄影材料上(已显影)的负片揭下后立即放在水彩纸上进行滚压。作为这种方法的特点，转印过来的色彩变得更为柔和。接受纸最好先在蒸馏水中浸泡，然后再吸去水份。

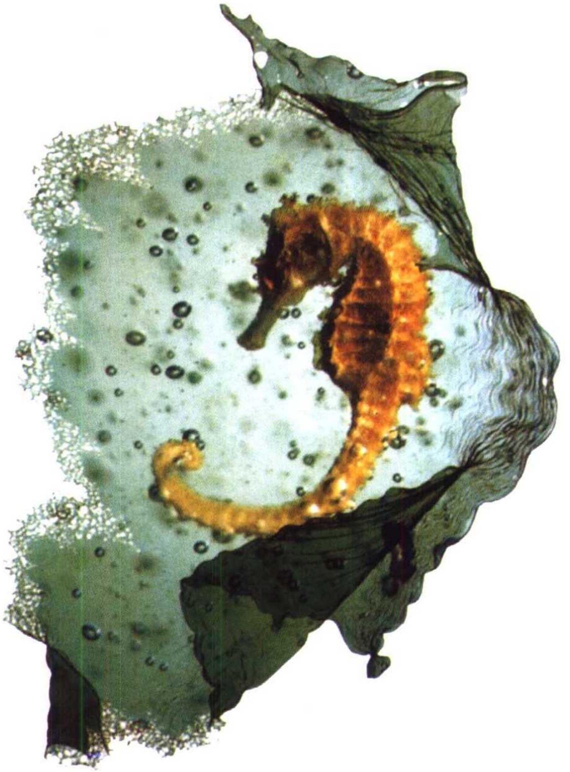


图11.8　通过揭取宝丽来一次成像材料的乳剂膜而制作的影像。由于皱纹折痕和边缘破损是使用这种制作方法时必然产生的现象，就应把这些现象融入画面中去，使它们成为构成完整照片的一部分。还可以在这幅影像的基础上创作合成照片，但是要让乳剂膜干透，然后再把别的乳剂膜敷上。

图11.17　用四色法印刷。从效果看影调范围有了改善——比较图7.13上的单色印刷照片。但是，这种印刷不如双色版印刷效果好，如果没套准会使画面模糊。

图11.16　一张35毫米幻灯片的四色套印过程。上排：分别印出的青色、品红和黄色画面。(注意右侧的色标，过后将裁去。)下左图：黑油墨印出的图像。下中图：青色、品红和黄色画面印在一起。下右图：三种颜色再加黑色。注意这幅画面中阴影部分增加了密度，光用三色油墨印制达不到有这种效果。

图11.25　在"拖曳式"数字处理过程中计算机屏上的画面，这是在利用Photoshop软件对扫描输入的图像进行改动。右边的人像已被复制、放大，正被拽到一个新的位置。首先在工具箱找出移动工具。移动鼠标，这个工具将随着移动，一直到它与挖出的图形重叠。再点一下鼠标，就可以把这个图形拽到照片上的任何地方，松开按键，把图形固定在那里。最后整理图形轮廓("像皮工具")并进行虚边处理使其与周边部分天衣无缝地融成一体。

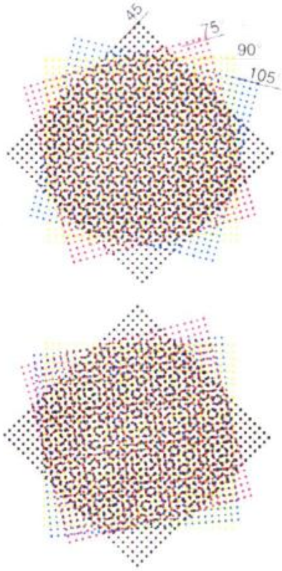


图11.15　高倍放大之后的四色印刷。上图：当每个网屏都处于最佳角度时，大多数彩色网点都是彼此相邻而不互相重叠。这样形成的图案也是最自然的(这里的中间部分表现成均匀的深灰)。下图：如果一个或更多的分色片制作时，网线角度不正确，就会产生不谐调的龟纹图案。

图11.23　图像处理软件可以对数字图像的细节部分进行独特的调整。"直接"复制出来的佛罗伦萨的原照片(上图)其景深从前景一直延伸到远处的背景。上右图是原照片的数字照片，背景的细节通过电子手段被虚化了。另一张照片(下右图)的前景经处理变模糊了。清晰画面与模糊画面的分界线需要在计算机屏幕上划出。但是，因为视频显示器能极大地把细部放大，每次只用为数不多的像素充满荧光屏，所以复杂的轮廓线可以很容易地描画出来。

［Ｇｅｎｅｒａｌ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝英国皇家摄影学院教材　高等摄影教程
作者＝［英］兰福德（Ｌａｎｇｆｏｒｄ，Ｍ．）著　李之聪等译
页数＝３００
ＳＳ号＝１０４１７７５２
出版日期＝